

Trabajo de embarque:

LOLA B



Sara de la Torre Herrero
LMN- Curso 2009/10

Asignatura: Pràctiques en vaixell

Tutor: Joan Antoni Moreno Martínez

Facultat de Nàutica de Barcelona (FNB)

Departament de Ciències Nàutiques (CEN)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. El motor principal	4
2.1. Arranque y parada del motor principal	8
3. Sistema de combustible	
3.1. Tratamiento del combustible	12
3.2. Sistema de combustible interno del motor principal	13
3.3. Descripción del sistema de combustible general	14
4. Sistema de inyección del motor principal	19
5. Depuradora de Fuel oil	29
6. Depuradora de Gasoil	42
7. Instrucciones para la operación de bunker	52
8. Sistema de lubricación	54
9. Sistema de refrigeración de A/D del motor principal	60
9.1. Sistema de refrigeración general	63
9.2. Análisis químico del agua de refrigeración	65
10. Intercambiador de calor	68
11. Tomas de mar	73
12. Generador de agua dulce	76
13. Sistema de aire comprimido	80
13.1. Compresor de aire de arranque.	81
14. Bibliografía	83
15. Anexo	84

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de embarque habla sobre distintos trabajos de la máquina que se han hecho durante el tiempo que he estado embarcada. El barco donde he hecho las prácticas es el Lola B de la naviera Boluda Lines. Es un portacontenedores de bandera y tripulación española. Fue construido en los astilleros de Scheepswerf de Hoop Lobith en Holanda en el año 1994.

Las características principales del portacontenedores Lola B son:

- Eslora máxima: 135,61 m
- Eslora entre perpendiculares: 125,72 m
- Manga máxima: 20,5 m
- Puntal: 10,5 m
- Calado máximo de verano: 8,25 m
- Velocidad máxima: 17,5 Nudos
- T. R.B.: 7424 Tons.
- T.R.N.: 4604 Tons.
- Toneladas de peso muerto: 10478 Tons.

El Lola B es un barco relativamente moderno, con máquina desatendida. El personal de la máquina trabaja de 8 a 17h, normalmente si no hay maniobra, no se hacen guardias. Aunque en los camarotes del jefe de máquinas, primer oficial de máquinas y segundo oficial de máquinas y en el comedor de oficiales hay un timbre que avisa si se activa una alarma.

Al ser la máquina desatendida, el personal de máquinas es más reducido que en un barco donde se tenga que hacer guardias. En el Lola B hay únicamente; el jefe de máquinas, primer oficial de máquinas, caldereta y engrasador.

La tripulación mínima de seguridad del Lola B son 11 tripulantes: Capitán, Primer oficial de Cubierta, Segundo oficial de Cubierta, Jefe de máquinas, Primer oficial de Máquinas, Contramaestre, Caldereta, Cocinero, dos marineros y engrasador.

Las características propulsoras generales del barco son:

- Motor principal: DIESEL-WARTSILA 9R 46B
- Potencia: 8775 kW
- Motores Auxiliares: WARTSILA-DIESEL AB
- Hélice de paso variable.
- Hélice de proa.
- Timon tipo Becker.

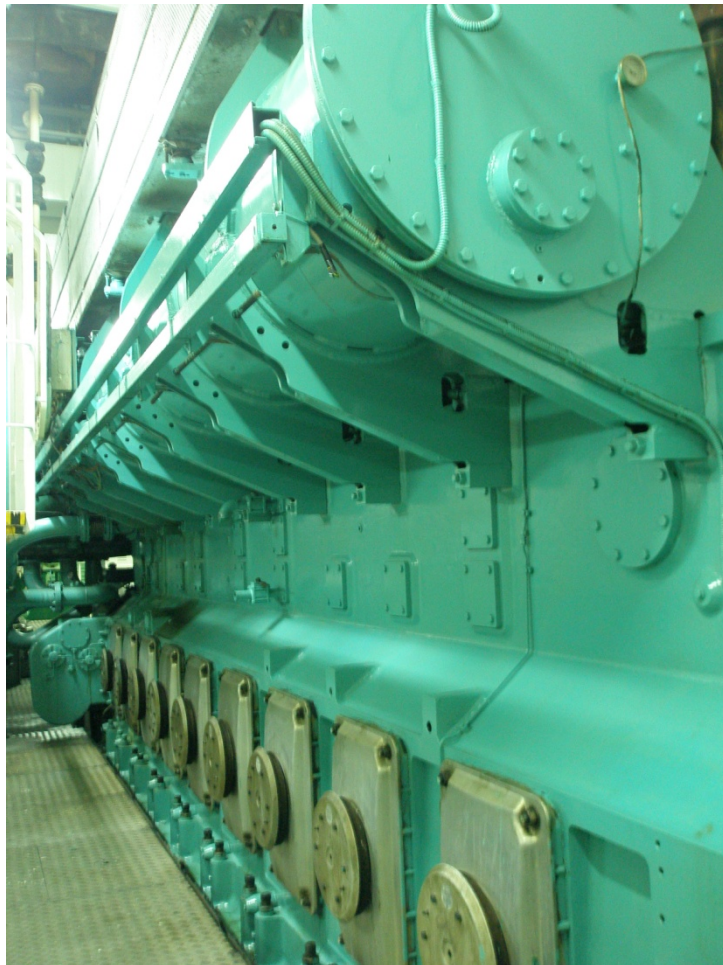


Fig. 1 Motor principal.

2. El motor principal

En este apartado del trabajo se va hablar de las características principales de funcionamiento y diseño del motor principal del Lola B, que es un Wartsila Vasa 46. Los datos principales de éste son:

Diámetro de cilindro:	460mm
Carrera:	580mm
Cilindrada por cilindro:	96,4 litros
Orden de encendido:	1-3-5-7-9-8-6-4-2

Los datos recomendados para el funcionamiento normal a RPM nominales se muestran en la siguiente tabla:

	Valores normales (Carga 100%)
Temperaturas, °C	
Aceite, antes del motor	62...70
Aceite, después del motor	10...13 más
Agua AT, después del motor	85...95
Agua AT, antes del motor	5...8 menos
Agua BT antes del motor	28...38
Aire de carga en el colector	40...60
Precalentamiento de agua AT y BT	70
Presiones, (bar)	
Aceite, antes del motor	4,0
Agua BT, antes de la bomba	0,7...1,5
Agua AT, antes del motor	3,2...4,8
Agua BT, antes del enfriador de aire	2,8...4,4
Combustible, antes del motor	7...9
Aire de arranque	Máximo 30 bar

Del diseño general, se puede decir que el motor es un motor diesel de 4 tiempos, sobrealimentado, con refrigeración del aire de carga e inyección directa del combustible.

El bloque del motor se funde en una sola pieza. Los cojinetes principales están suspendidos. Las tapas del cojinete principal están soportadas por dos tornillos apretados hidráulicamente y dos tornillos laterales.



Fig.2 Motor principal.

El colector de agua de refrigeración está integrado en el bloque del motor. Las tapas del cárter, hechas de metal ligero, cierran herméticamente contra el bloque del motor por medio de juntas de goma.

Las camisas de los cilindros están diseñadas con una corona alta y orificios para refrigeración. La acción refrigerante se optimiza para mantener la temperatura correcta en la superficie interior de la camisa.

Los cojinetes principales son del tipo trimetálico, y pueden desmontarse bajando la tapa del cojinete. Cada cojinete va provisto de un gato hidráulico que facilita el montaje y desmontaje de los mismos.

El cigüeñal está forjado en una sola pieza y equilibrado mediante contrapesos.



Fig. 3 Cigüeñal.

Las bielas están forjadas por estampación. Son del tipo marino, en tres piezas. El cojinete de pie de biela esta escalonado para conseguir una mayor superficie de contacto. Los cojinetes de cabeza de biela son del tipo trimetálico.

Las ranuras para los aros superiores del pistón están templadas. El aceite refrigerante se introduce en la cámara de refrigeración a través de la biela. Estas cámaras están diseñadas para producir un óptimo efecto coctelera.

El juego de aros del pistón está compuesto de dos segmentos de compresión cromados y un segmento rascador cromado y cargado mediante resorte.

Las culatas son de acero fundido especial, y se fijan mediante cuatro tornillos apretados hidráulicamente. El diseño de la culata es de doble pared y el agua de refrigeración se conduce desde la periferia hacia el centro, proporcionando una refrigeración eficaz en todas las zonas importantes.



Fig.4 Desmontaje de una culata.

Las válvulas de admisión están cubiertas de estellite y tienen vástagos cromados. Los aros del asiento de las válvulas son recambiables y están fabricados en una aleación de hierro fundido.

Las válvulas de escape, también tienen los vástagos cromados y cierran contra los aros de los asientos, directamente refrigerados. Estos aros están fabricados de material resistente a la corrosión y las picaduras, y son recambiables.



Fig.5 Válvulas de exhaustación del motor principal.

El árbol de levas está formado por piezas, que integran las levas para cada cilindro. Los apoyos son piezas separadas y por tanto, es posible extraer lateralmente una leva del árbol.



Fig.6 Árbol de levas.

Las bombas de inyección tienen rodillos de accionamiento independientes y pueden cambiarse ajustando la medida de la base con el tornillo de fijación. Las bombas y tuberías están situadas

en un espacio cerrado, denominado “caja caliente”, aislado térmicamente para funcionamiento con combustible pesado.



Fig. 7 “Caja caliente” del motor principal.

El enfriador de aire de carga está equipado con elementos insertables recambiables.

El sistema interno de aceite lubricante está provisto de un cárter seco soldado, conexiones del sistema de aceite y un filtro centrífugo.

Sistema de aire de arranque: el suministro de aire a los cilindros está controlado mediante un distribuidor de aire de arranque, accionado a su vez por el árbol de levas.

2.1. Arranque y parada del motor principal

- **Virado del Motor**

El giro del motor se realiza mediante un virador de accionamiento eléctrico, montado sobre el motor.

Este dispositivo consiste en un motor eléctrico que acciona el virador a través de un tren de engranes. Por medio de una caja de control del virador, que incluye un cable, se puede girar el motor desde cualquier posición cercana al mismo. La velocidad de giro es de 1/3 RPM.

El acoplamiento o desacoplamiento del virador se realiza mediante la palanca (1). Esta palanca está ajustada por medio del pasador (6).

El virador está provisto con una válvula de bloqueo que impide arrancar el motor si aquel está engranado.

Para el ajuste exacto de la posición del cigüeñal, el virador está provisto del volante (2), para realizar la maniobra manualmente.

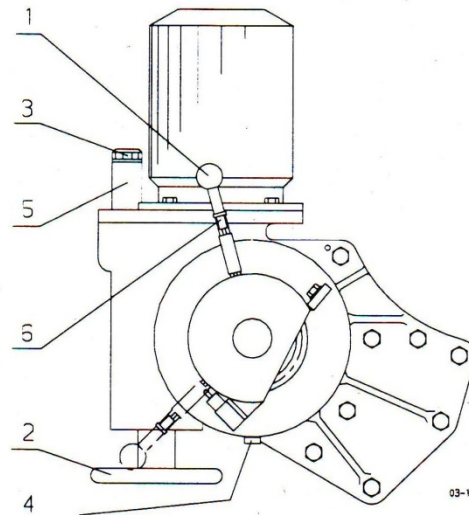


Fig.8 Virador eléctrico.

- **Arranque**

Antes de arrancar el motor, comprobar que:

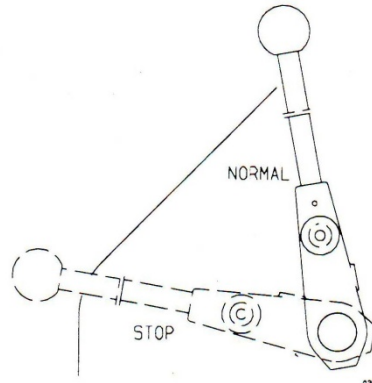
- El sistema de combustible está en situación de funcionamiento (precalentamiento correcto, presión correcta, bastante circulación para calentar las bombas de inyección de combustible).
- Los circuitos de agua de baja y alta temperatura, así como el de agua salada, están en situación de funcionamiento (presiones correctas, circulación de agua precalentada y en cantidad suficiente como para tener precalentado el motor).
- El nivel de aceite del turbocompresor y del regulador es correcto.
- La presión de aire de arranque supera los 15 bar (generalmente, 10 bar aún son suficientes para arrancar el motor).
- El sistema de aire de arranque está purgado de condensados.

Pasos a seguir para el arranque local:

1. Poner en marcha la bomba de aceite de prelubricación, para obtener una presión de aceite lubricante de 0'5 bar, aproximadamente. En el caso de que se hayan instalado sólo electrobombas de aceite, pero no la de prelubricación, ajustar la presión al valor nominal.
2. Ajustar el regulador a la velocidad de ralentí y desconectar la línea de ejes o bien poner el paso a cero.
3. Gracias al sistema automático de giro lento, no es necesario girar el motor con aire antes del arranque. No obstante, siempre que se tenga tiempo disponible, se girará el

cigüeñal dos vueltas con el virador, manteniendo la palanca de parada en su posición de parada y las válvulas del indicador abiertas.

4. Cerrar las válvulas del indicador.



5. Desconectar el virador del volante.
6. Comprobar que los dispositivos de alarma y parada de la instalación están en posición de funcionamiento.
7. Comprobar que la palanca de parada está en la posición de trabajo. Abrir la válvula de purga, cuando no quede más condensado.
8. Colocar el motor en situación de control local.
9. Pulsar el botón de arranque, en el panel local de maniobra. Si el motor no ha estado funcionando en los últimos 30 minutos, el sistema de giro lento se activará automáticamente y el motor girará 2 vueltas. Una vez terminada esta fase, el motor inicia de inmediato la secuencia de arranque propiamente dicha. Si el motor se detiene durante el periodo de giro lento, no intentar arrancarlo otra vez. Deberá inspeccionarse el motor para averiguar el motivo de la parada.

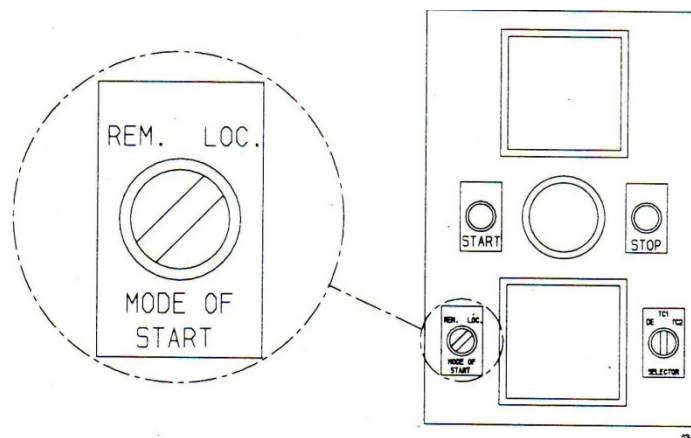


Fig. 9 Panel local de maniobra.

10. Durante la maniobra de puesta en marcha, el limitador de combustible en el arranque limita el recorrido de la cremallera a fin de evitar una posible situación de sobrevelocidad y una emisión innecesaria de gases. Este limitador se desconecta automáticamente cuando el motor alcanza la velocidad de ralentí.
11. Comprobar inmediatamente después del arranque que los valores de presión y temperatura son los normales.

- **Parada**

El motor puede pararse siempre manualmente (con la palanca de parada), con independencia del sistema de control remoto o de los automatismos.

Poner el motor en la situación de control local. Parar el motor pulsando la orden de parada en el panel local de control. La válvula solenoide del regulador se activará, situando las cremalleras de las inyectoras en la posición de parada. Automáticamente, se encenderá la señal de parada. Y finalmente, se produce la parada.

3. Sistema de combustible

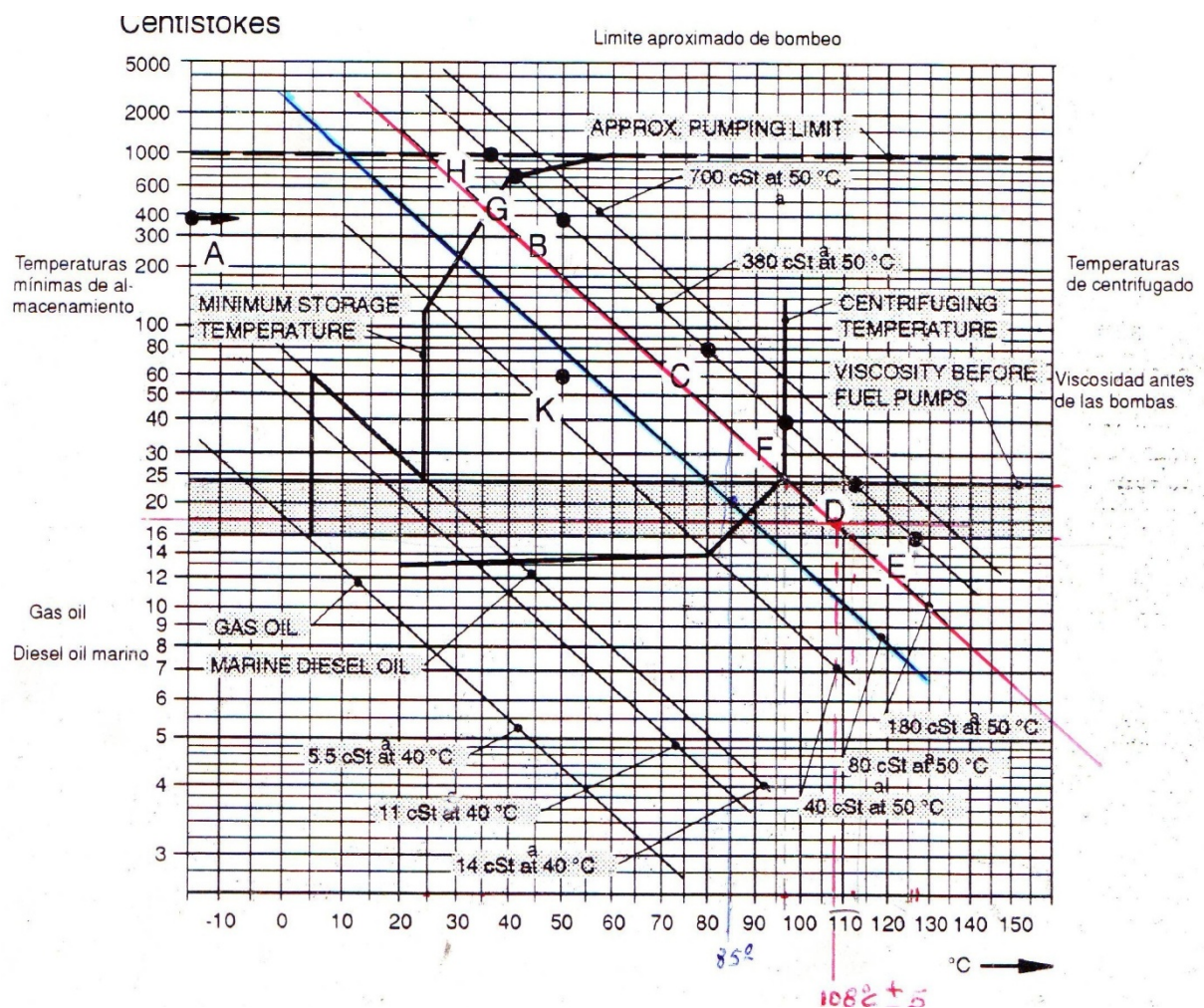
El motor está diseñado para operar con combustible pesado (fuel oil residual), con una viscosidad máxima de 55 cSt/100°C y funcionará satisfactoriamente con mezclas de combustibles de menor viscosidad, así como combustibles destilados. Se recomienda evitar el uso de combustibles inferior a 2,8 cSt/40°C, ya que estos pueden dar lugar a agarrotamiento de los émbolos de las bombas de inyección o la aguja de la tobera.

3.1. Tratamiento del combustible

1. Depuración

El combustible pesado deberá ser depurado en una separadora centrífuga eficaz, antes de conducirlo al tanque diario. El combustible deberá calentarse antes del centrifugado.

En el siguiente diagrama se muestran las temperaturas recomendadas, en función de la viscosidad del combustible.



2. Calentamiento

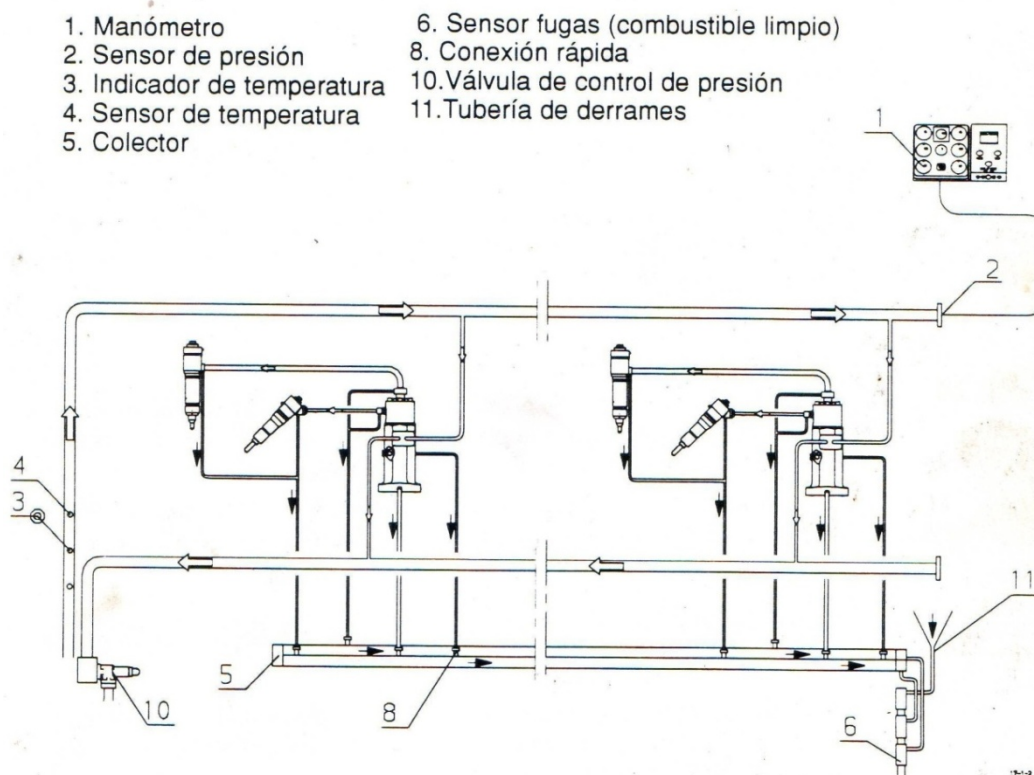
La temperatura del combustible se deberá mantener unos 10 °C por encima del valor mínimo indicado en el diagrama para la temperatura de almacenamiento, con el fin de minimizar el riesgo de formación de ceras. La temperatura después del último calentador se deberá mantener entre 5°C y 10 °C, por encima del valor recomendado en el diagrama para la temperatura antes de las bombas de inyección, a fin de compensar las pérdidas de calor entre el calentador y el motor.

3. Control de la viscosidad

Deberá instalarse un regulador automático de viscosidad o, al menos, un viscosímetro, para mantener la viscosidad correcta del combustible antes de que se introduzca combustible en el sistema interno del motor.

3.2. Descripción del sistema de combustible interno del motor principal:

El motor está diseñado para funcionamiento continuo con combustible pesado. El motor puede arrancarse y pararse con combustible pesado si el combustible es calentado hasta una correcta temperatura de operación.



- **Control de presión:** El medidor de presión (1) en el panel de instrumentos y el sensor de presión (2), conectado a la línea de alimentación de combustible, informan de la presión del combustible antes del motor. El sensor de presión se ajusta para lectura remota y alarmas.
- **Control de temperatura:** Un indicador de temperatura local (3) y un sensor PT100 (4) ajustado a la línea de suministro de combustible, informan de la temperatura del combustible antes del motor.
- **Control de fugas de combustible:** Las fugas de combustible del sistema de inyección se recogen en un colector (5) en la caja caliente. El colector se divide en dos secciones para recoger por separado el flujo de retorno de las bombas y aquel procedente de las toberas y las tuberías de inyección.

El sensor de fugas (6), situado a la salida de combustible, controla las fugas y da una alarma ante un aumento anormal de flujo de retorno o de una fuga en la tubería de inyección. Todas las tuberías de fugas de combustible están equipadas con conexiones rápidas (3) para facilitar la detección de exceso de fugas.

El combustible de fugas puede ser reutilizado después de un tratamiento especial.

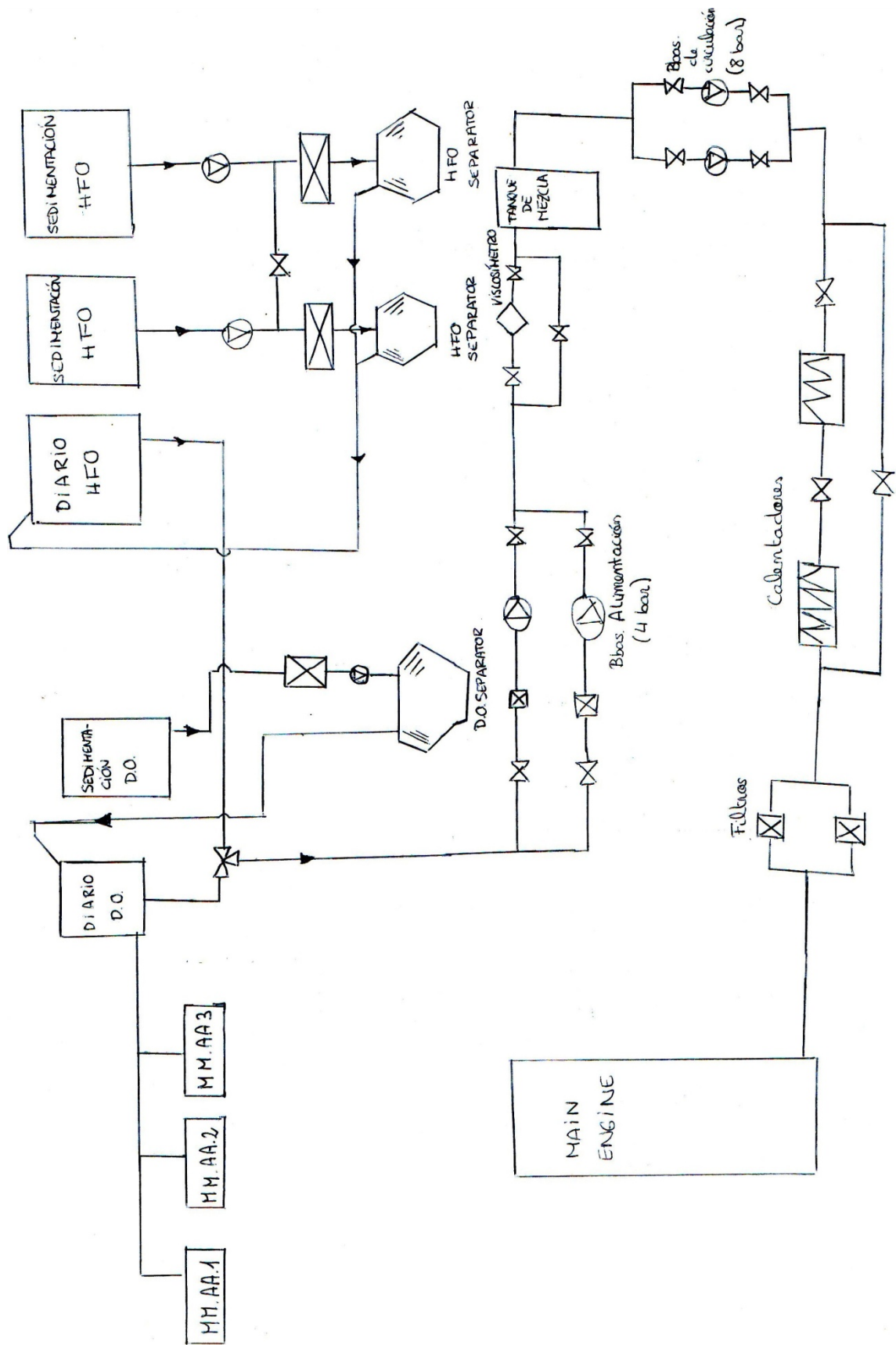
- **Regulador de presión:** Una válvula de control de presión (10) se ajusta a la tubería de salida del combustible para regular la presión del combustible y para mantener la presión constante cuando se funcione a carga variable.

3.3. Descripción del sistema de combustible general:

En este sistema podemos encontrar los tanques de combustible (fuel oil y gasoil), las tuberías, el equipo de tratamiento del combustible, bombas, filtros, calentadores y viscosímetros.

El combustible siempre deberá ser purificado, y en funcionamiento con combustible pesado se requiere un filtro fino en el sistema de tratamiento del combustible.

En la siguiente figura se puede ver un esquema del sistema de combustible del barco, donde se pueden los tanques de F.O. y G.O., las depuradoras de F.O. y G.O., etc.



A continuación, se va explicar cada uno de los elementos principales del sistema de alimentación de combustible:

- Filtros de aspiración: malla 200 micras nominales.
- Bombas primarias: El sistema de bombeo está formado por dos bombas, una como reserva de la otra. Estas bombas suministran el combustible que el motor diesel consume. Las bombas y prefiltros están equipados con válvulas de aislamiento y válvulas de no-retorno por lo que una bomba o un filtro se puede desmontar para mantenimiento mientras que el otro esta en marcha.



Fig. 10 Sistema de alimentación de combustible.

- Línea de control de presión: Regulación de presión por válvula de exceso de flujo con ajuste mecánico directo.
- Radiador de enfriamiento en la tubería de retorno de exceso de flujo: En la línea de recirculación, entre la válvula de regulación de presión y la aspiración de las bombas

primarias, va montado un radiador con el fin de mantener baja la temperatura del combustible, principalmente cuando funciona con diesel-oil y hay poco consumo.

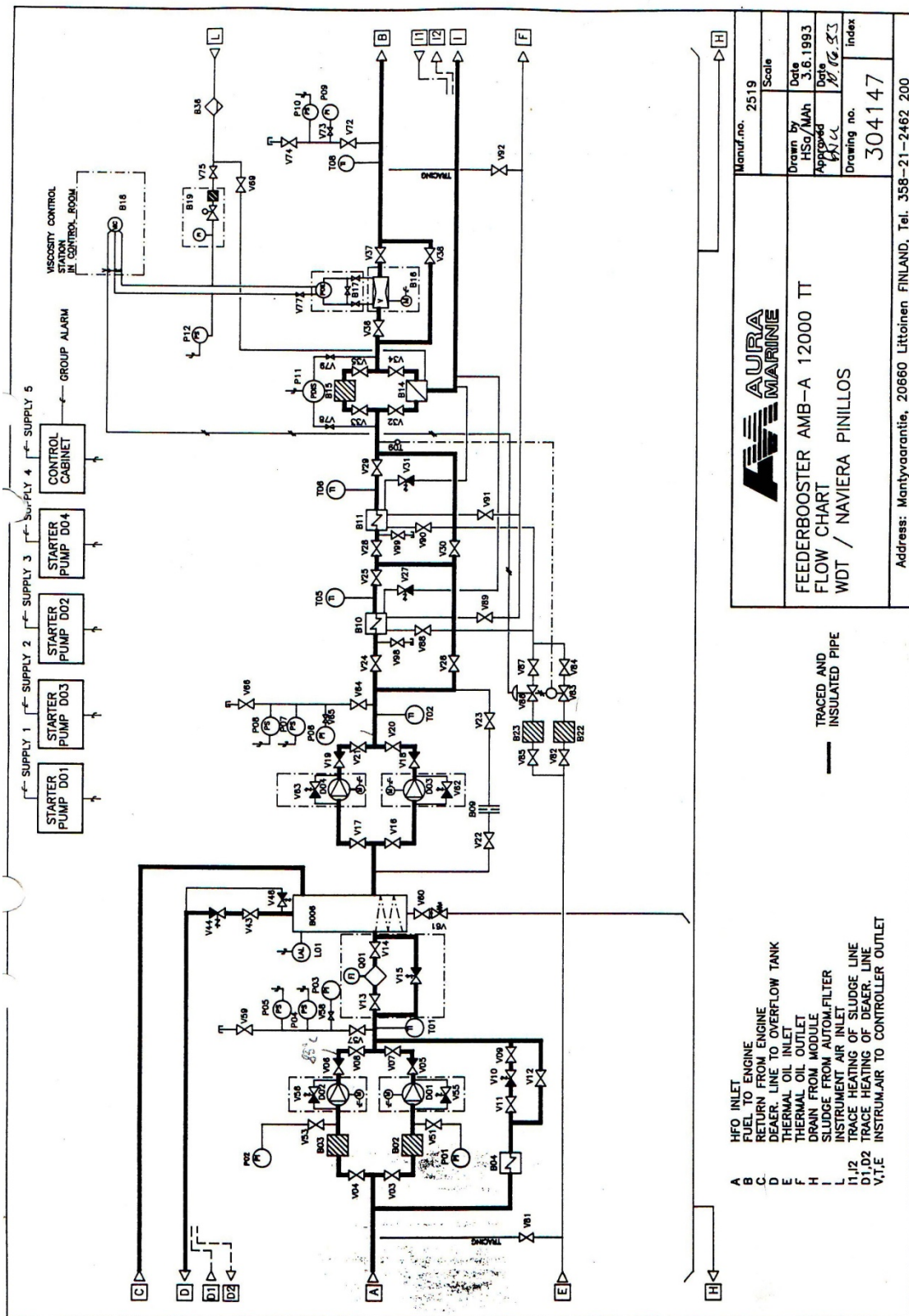
- Medidor de consumo de combustible: Caudalímetro con lectura local, para asegurar el flujo continuo al motor.
- Recipiente de desaireación presurizado: Presión máxima 10 bar.
- Bombas secundarias.
- Intercambiadores de calor: La temperatura se controla por medio de un viscosímetro que acciona la válvula de control neumático mediante la válvula de control termostática.



Fig.11 Viscosímetro.

- Filtro automático: Con filtro autolimpiante y contraflujo, con presostato diferencial e indicador.

En la siguiente figura se muestra el plano del sistema de alimentación de combustible con cada uno de los elementos que lo componen.



4. Sistema de inyección del motor principal: Desmontaje y montaje de una bomba de inyección

Básicamente el sistema de combustible se sitúa dentro de la caja caliente. El combustible en circulación, junto con el calor irradiado del motor, mantiene el espacio completo caliente de manera que no se necesitan otras tuberías para el calentamiento.

El motor está equipado con un sistema de doble inyección, estando cada cilindro provisto de una bomba de inyección y dos válvulas de inyección, principal y piloto. El inyector piloto con su sistema de control se diseña especialmente para quemar combustible de baja calidad. El inyector principal no precisa de refrigeración y se sitúa en el medio de la culata.

El drenaje del combustible de las bombas y las válvulas del combustible se realiza a través de canales especiales de fugas, que controlan separadamente aquellas procedentes de las bombas inyectoras, tuberías de inyección y caja caliente.



Fig. 12 Bomba de inyección.

Las bombas de inyección son de tipo monobloc, donde el cilindro y la tapa del cilindro se integran en uno solo. Cada bomba se equipa con una válvula principal, una válvula piloto de control, una válvula de presión constante y el cilindro de parada de emergencia. A continuación, se explican los distintos elementos de la bomba de inyección:

- La válvula principal actúa como válvula de descarga para controlar la carga de combustible hacia el inyector y como válvula de no retorno para evitar que los picos de presión procedentes de la línea de inyección lleguen a la cámara de la bomba.
- La válvula piloto de control controla la cantidad de combustible que se inyecta a través del inyector piloto.
- La válvula de presión constante estabiliza las pulsaciones de presión en la tubería del inyector.
- El cilindro de parada de emergencia empuja la bomba de combustible a la posición cero con aire a 30 bar del sistema de control cuando el control de sobrevelocidad se activa o cuando se produce una parada automática.

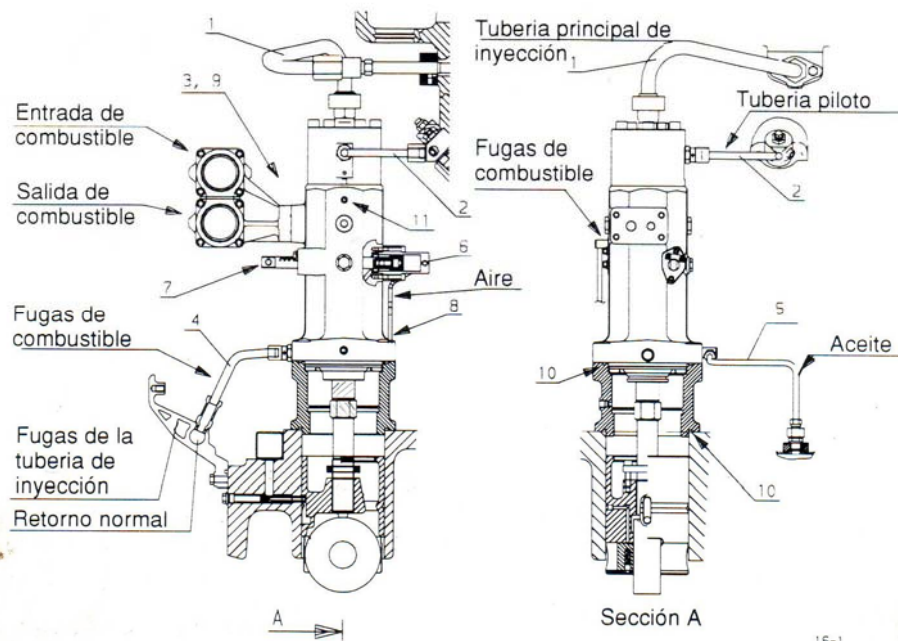


Fig. 13 Esquema de la bomba de inyección.

Desmontaje de la bomba de inyección:

Como el motor principal trabaja con combustible pesado es recomendable cambiar a diesel antes de parar para una revisión o un desmontaje. A continuación se enumeran los distintos pasos a seguir para realizar el desmontaje de la bomba de inyección:

1. Cerrar el suministro de combustible al motor y parar la bomba de lubricación.
2. Si es posible utilizar aire para quitar el combustible del sistema de baja presión.
3. Desmontar la tubería del inyector principal (1) y la tubería del inyector piloto (2) con conexiones de fugas de combustible.
4. Abrir la conexión de la alimentación de combustible destornillando los tornillos (3).
5. Soltar las conexiones de fugas del combustible (4) de la cámara de la bomba: aflojar la tubería de lubricación (5) y la conexión del aire (6) al cilindro de parada de emergencia. Cubrir todas las aberturas con tapas o tapones para evitar la entrada de suciedad al sistema.
6. Soltar la conexión de la cremallera destornillando los tornillos (7).
7. Virar el cigüeñal de manera que la guía del rodillo de la bomba de inyección esté en su posición inferior, con el rodillo apoyado en la parte circular de la base de la leva.

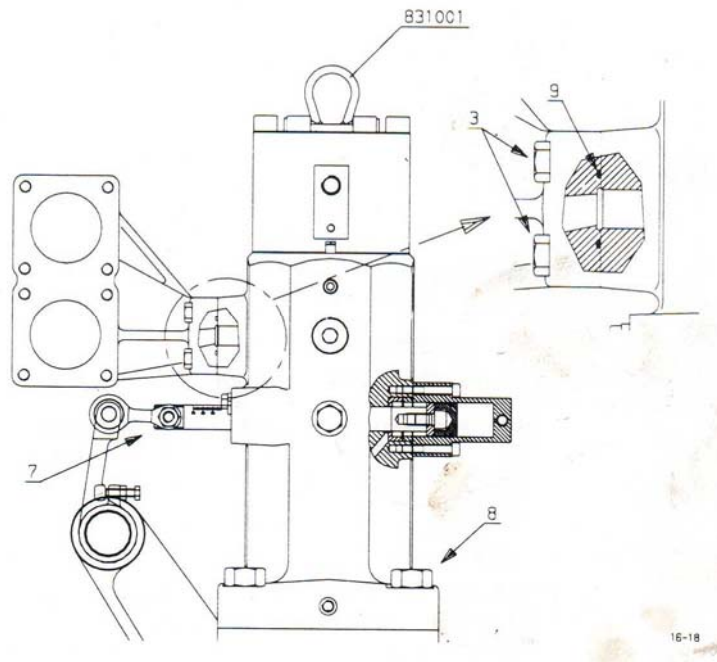


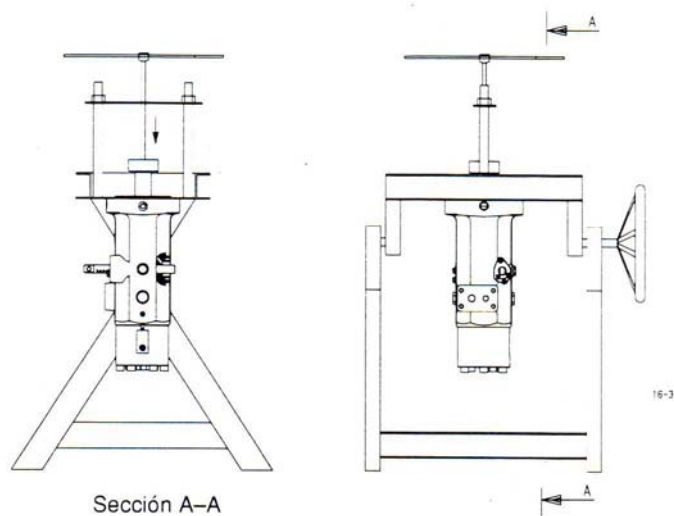
Fig.14 Bomba de inyección con la herramienta de izado.

8. Soltar las tuercas (8) y soltar la bomba por medio de la herramienta de izado 831001. Cuidado de no dañar las juntas tóricas al soltar la bomba en la conexión de alimentación del combustible.
9. Cubrir la abertura del bloque del motor.

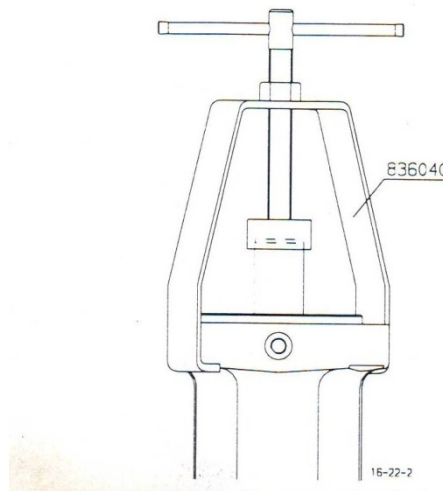
Desmontaje completo de la bomba de inyección:

Antes de desmontar, la parte exterior de la bomba, deberá limpiarse cuidadosamente.

1. Se recomienda usar una herramienta especial para rotar en la cual la bomba se pueda colocar en diferentes posiciones dependiendo del trabajo.

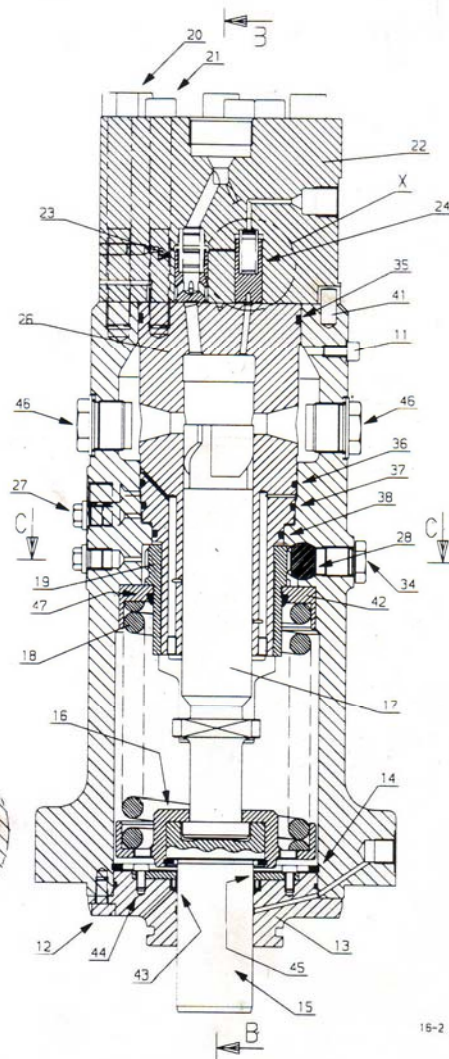
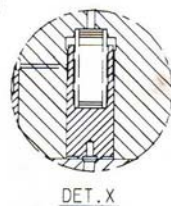


2. Quitar los tornillos (12) de la tapa inferior cubiertos y desmontar la brida (13).
3. Asegurar el vástago empujador utilizando la herramienta (836040) y empujar ligeramente la unión para ser capaces de desmontar los anillos de retención (14) con alicates (800001). La guía está cargada por un muelle, tener cuidado al aflojar la herramienta.

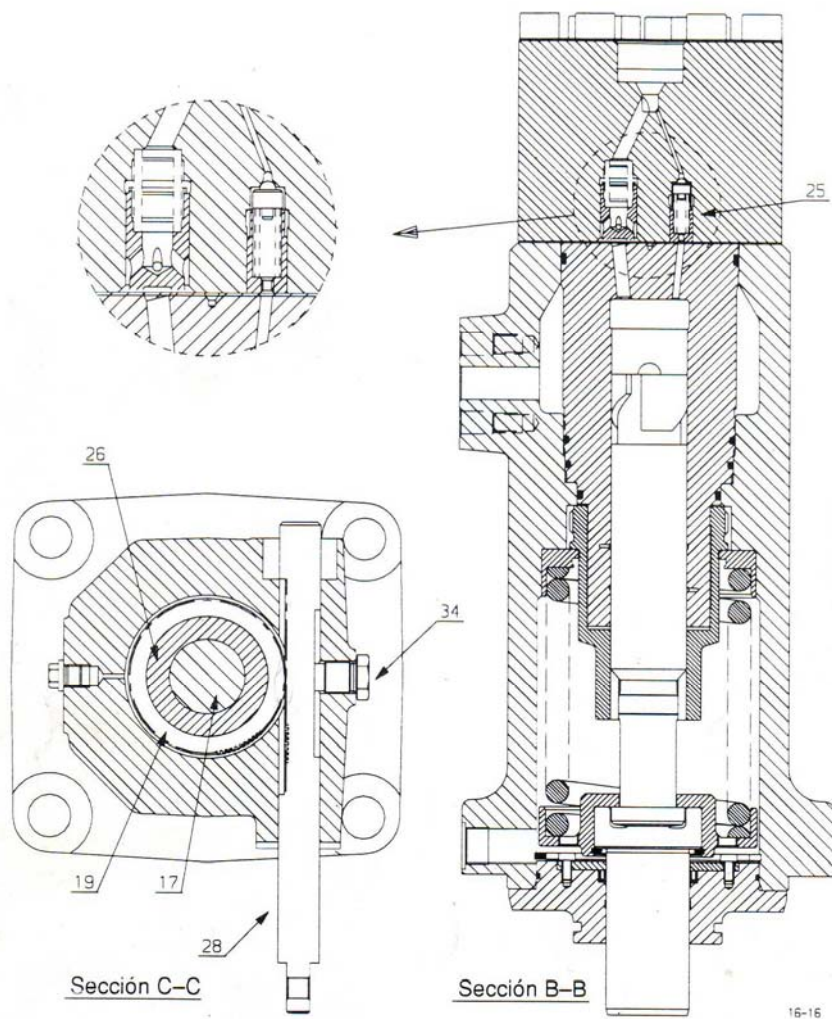


4. El eje empujador (15, 16) y el émbolo (17) pueden ahora ser retirados. Tener cuidado al manejar y sacar el émbolo del eje empujador. Los émbolos y las válvulas de las bombas están unidas y deben mantenerse juntos durante la revisión.
5. Desmontar el muelle (18) y el manguito de control (19).

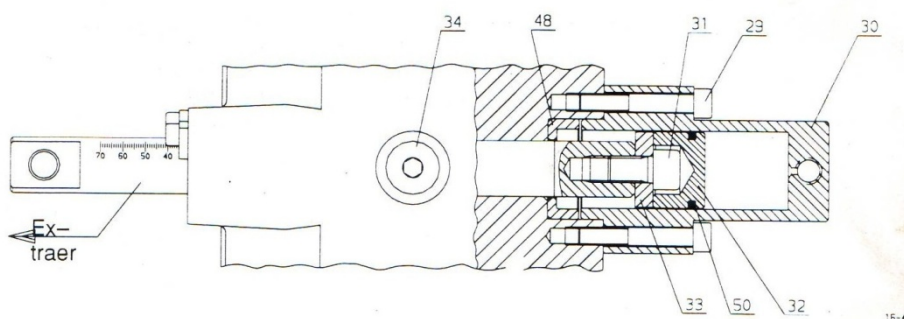
- 11 Tapón de venteo
- 12 Tornillos
- 13 Brida
- 14 Aros de retención
- 15 Vástago empujador
- 16 Muelle
- 17 Embolo
- 18 Muelle
- 19 Manguito de control
- 20 Tornillo
- 21 Tornillo
- 22 Tapa de la bomba
- 23 Válvula principal
- 24 Válvula piloto de control
- 25 Válvula de presión cte.
- 26 Elemento bomba
- 27 Tapón
- 28 Cremallera de control
- 34 Tornillo
- 35 Anillos cierre hermético
- 36 Anillos cierre hermético
- 37 Anillos cierre hermético
- 38 Anillos cierre hermético
- 41 Pasador de fijación
- 42 Disco guía del muelle
- 43 Cierre hermético
- 44 Tornillo
- 45 Tapa
- 46 Tapón de erosión
- 47 Cierre hermético



6. Girar la bomba hasta la posición vertical.
7. Desatornillar los tornillos (20) en cruz en pasos de 30°C y los tornillos (21). Desmontar cuidadosamente la tapa (22) con sus válvulas.
8. Desmontar la válvula de no retorno (23), la válvula piloto de control (24) y la válvula de presión constante (25) con sus muelles.
9. Sacar el elemento de la bomba pegando la parte inferior del elemento a una herramienta suave. Si las juntas tóricas están asentadas firmemente puede usarse aire para ayudar, abriendo el tapón (27) en la cámara de la bomba e inyectando aire. El aire creará una fuerza de izado en el elemento. El elemento de la bomba puede ahora desmontarse usando los tornillos (21) de izado.



10. Para desmontar la cremallera de control (28) abrir los tornillos del cilindro neumático (29) y desmontar la tapa (30) con el pistón (32) y las juntas tóricas deslizantes (50). Soltar los tornillos del pistón (31) y desmontar la placa de presión (33). Aflojar los tornillos del pistón (34) y sacar la cremallera de control. Desmontar la contra guía (48).



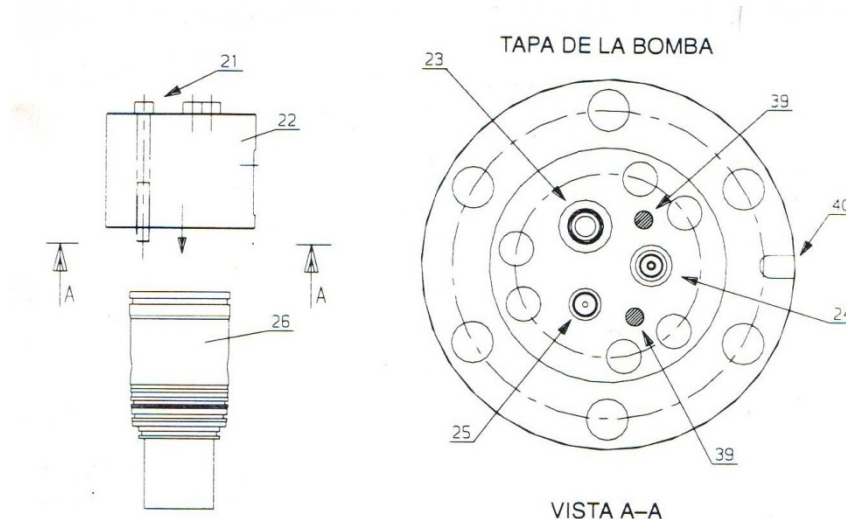
11. Se recomienda mantener los componentes de las diferentes bombas apartadas unas de las otras o marcarlas de manera que pueden volver a montarse en su posición original. Las partes deben estar protegidas contra la oxidación y en especial la

superficie de contacto del elemento del émbolo no se manejará, si no hay necesidad, con los dedos descubiertos.

12. Limpiar el elemento del émbolo y el cilindro en combustible limpio para revisión y normalmente mantener el émbolo y el cilindro siempre juntos con el émbolo en el cilindro.

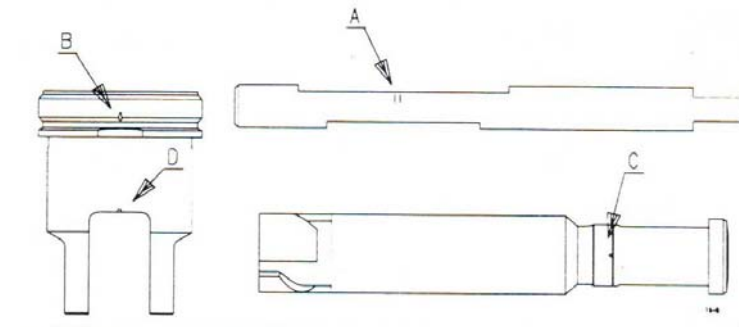
Ensamblaje de la bomba de inyección

1. Lavar los componentes en diesel absolutamente limpio y lubricar las partes internas con aceite del motor. Al manejar componentes del equipo de inyección, mantener las manos absolutamente limpias y engrasadas con grasa o aceite.
2. Renovar los anillos de cierre herméticos (35), (36), (37) y (38) en el elemento de la bomba y el cierre hermético (47) de la parte superior del disco guía del muelle. Lubricar los anillos con aceite lubricante.
3. Reinstalar la válvula principal (23), la válvula piloto de control (24) y la válvula de presión constante (25) con los muelles en la tapa (22).
4. Atornillar el elemento de la bomba (26) junto con la tapa (22) utilizando los tornillos (21). Asegurarse que los pasadores (39) se ajustan correctamente. Izar el conjunto (22,26) a su posición en la cámara de la bomba con la ranura de unión (40) alineada con un pasador de fijación (41). Tener cuidado con las válvulas de la tapa de la bomba. Se usará grasa en las válvulas para mantenerlas en posición durante el ensamblaje.

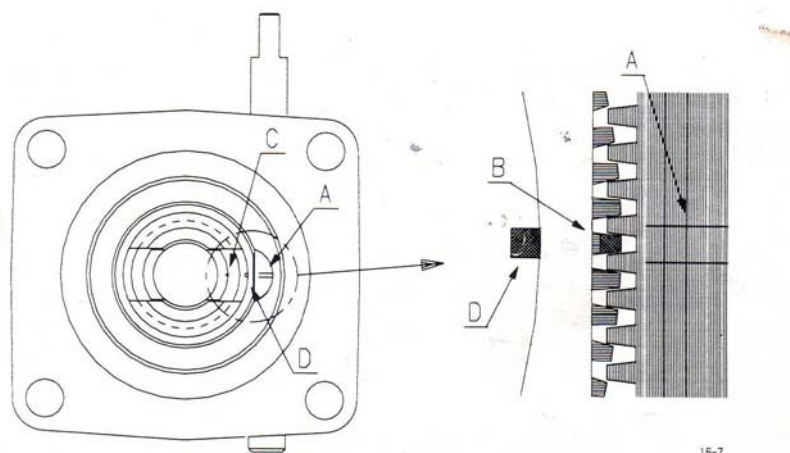


5. Apretar primero los primeros tornillos (21) en cruz en tres pasos hasta el par establecido y luego los tornillos (20) de la misma manera.

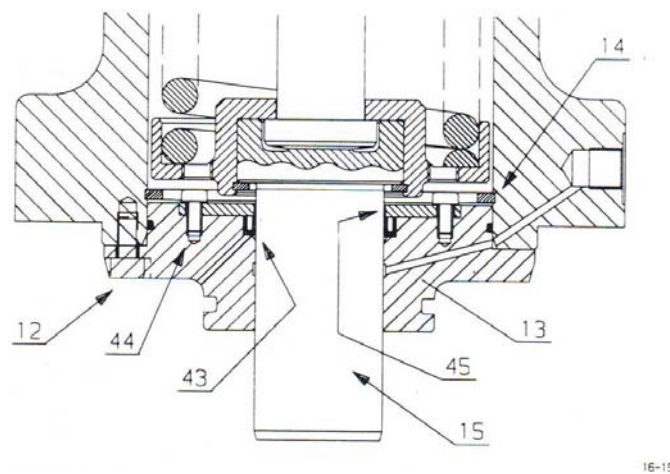
6. Montar la cremallera de control (28) y atar los tornillos (34). Ajustar la contraguía (48) y la plancha de presión (33) junto con los tornillos (31) a su posición. Ajustar el pistón (32) y colocar la tapa (30) con los tornillos (29).
7. Dar la vuelta a la bomba y ajustar el manguito de control. Mover la cremallera de control a una posición en la que las dos marcas (A) se puedan ver. Uno de los dientes del manguito esta achaflanado (B) y este diente debe deslizarse en el interior del espacio para el diente entre las marcas en la cremallera. Si se monta incorrectamente se puede producir sobrevelocidad.



8. Reinstalar el disco guía (42) y el muelle (18).
9. Ensamblar el elemento del émbolo y empujar el conjunto del empujador y cuidadosamente izarlo a su posición.
10. Comprobar la marca en una de las aletas del émbolo (C). La aleta marcada del émbolo se debe deslizar en la ranura del manguito (D), situada a la altura de la cremallera (marcas similares en la camisa). Se corresponde con las marcas en la cremallera de control (A) y el diente achaflanado (B) del manguito de control.



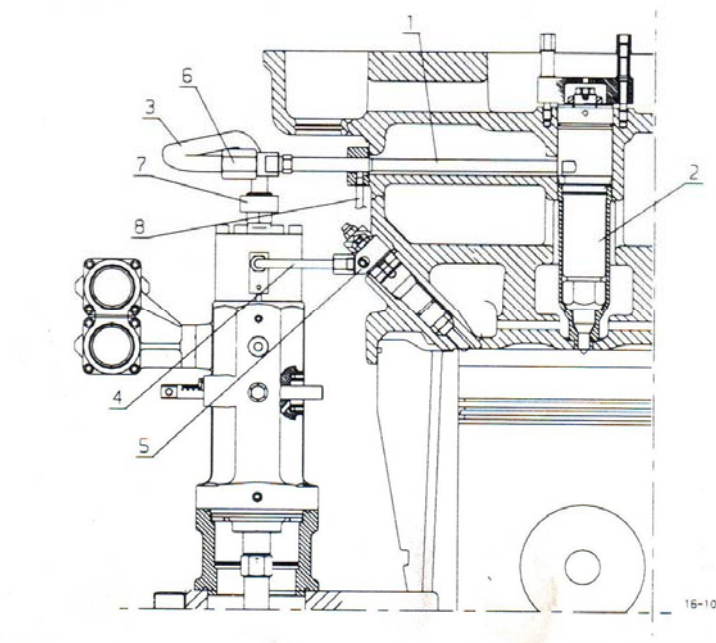
11. Presionar con cuidado hacia abajo la varilla empujadora usando la herramienta (836040). Para hacer deslizar las aletas del émbolo dentro de las ranuras del manguito de control se puede mover suavemente la cremallera de control.
12. Cuando el émbolo esté suficientemente insertado instalar los anillos de retención (14) con los alicates. Después de desmontar la herramienta, comprobar que la cremallera de control puede moverse fácilmente.
13. Antes de instalar la brida (13) asegurarse que la superficie de sellado (43) está en buenas condiciones: si es necesario reemplazarlas soltando los tornillos (44) y desmontando la tapa (45) y la superficie de sellado. Si la superficie de sellado empieza a gotear, el combustible puede entrar en el sistema de lubricación y contaminarlo.



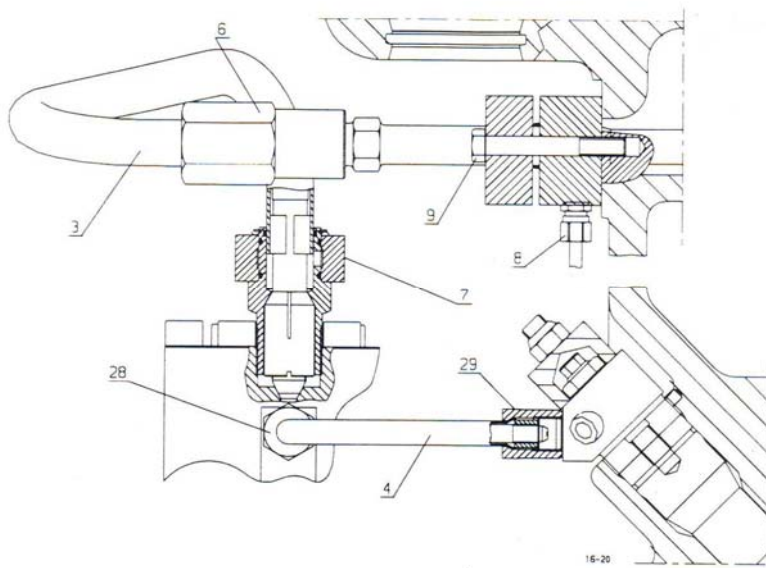
14. Instalar la brida (13) y apretar los tornillos.
15. Comprobar que la cremallera de control pueda moverse fácilmente.
16. A menos que la bomba se monte inmediatamente en el motor deberá engrasarse bien y protegerse por una tapa de plástico o similar. Las entradas de combustible y las conexiones de la línea de inyección deben estar siempre protegidos por tapas o tapones.

Línea de inyección

La línea inyectora principal consta de una pieza de conexión (1), que se aprieta en la tobera principal (2), y una tubería de inyección con dos codos (3).



La pieza de conexión se sella con superficies metálicas lisas, que deberán comprobarse antes de montarse. Apretar siempre la pieza de conexión hasta el par adecuado antes de montar la tubería de inyección y también cuando se desmonta ésta. La línea del inyector piloto consta de una tubería con dos codos (4) conectada directamente a la tobera piloto.



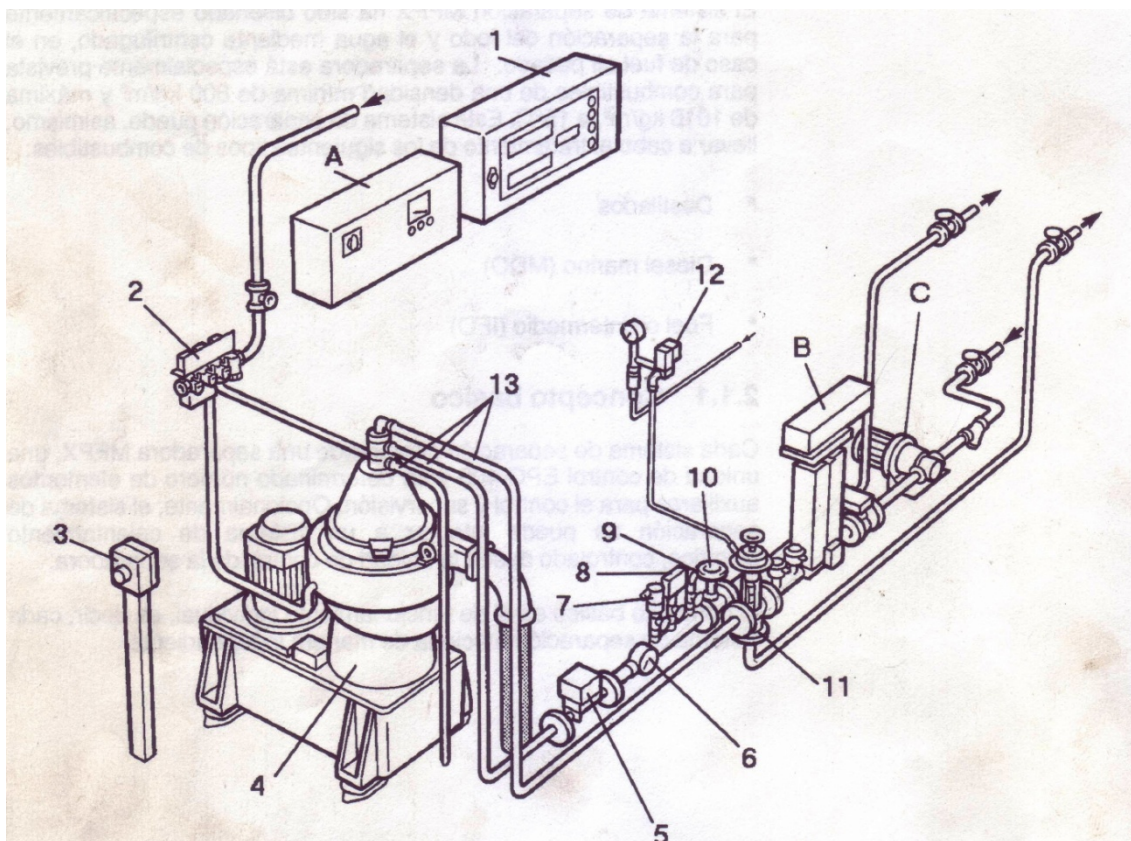
Las tuberías de inyección se entregan completas con las tuercas de conexión montadas. Apretar siempre las conexiones hasta el par adecuado.

Al desmontar, los elementos de la línea de inyección deben quedar protegidos contra la suciedad y la corrosión.

5. Depuradora de Fuel oil: Mantenimiento

La depuradora de fuel oil se encarga de la separación del lodo y el agua mediante centrifugado. La separadora está especialmente prevista para combustibles de una densidad mínima de 800 kg/m^3 y máxima de 1010 kg/m^3 , a 15°C .

La disposición del sistema es la que se muestra en la siguiente figura:



1. Unidad de control EPC-400
2. Bloque de válvulas solenoide, agua
3. Pulsador de parada de emergencia
4. Separadora MFPX 307
5. Transductor de agua
6. Indicador de flujo
7. Interruptor de alta presión
8. Interruptor de baja presión
9. Manómetro
10. Válvula reguladora
11. Válvula de 3 vías
12. Bloque de válvulas solenoide, aire

13. Mangueras flexibles

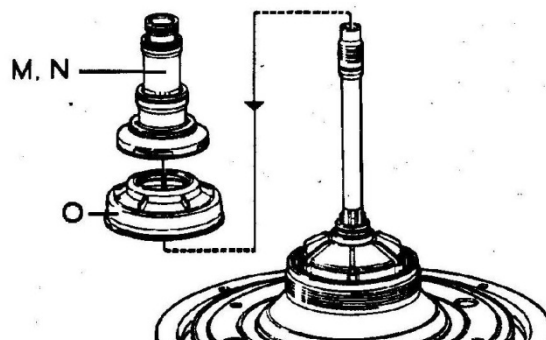
14. Válvula de drenaje



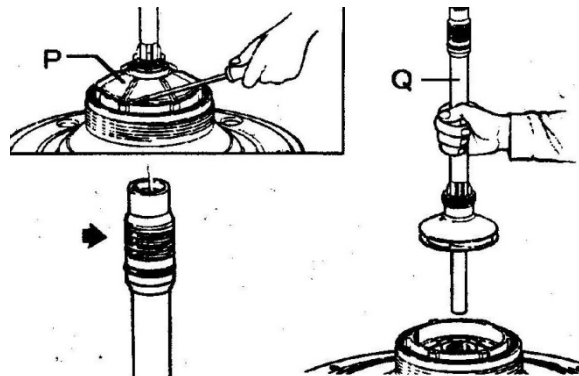
Fig. 15 Depuradora de Fuel oil.

Es necesario hacer un mantenimiento periódico para contribuir a reducir los riesgos de paradas imprevistas y averías. La separadora debe desmontarse regularmente para su limpieza y revisión, de acuerdo con el programa de mantenimiento. A continuación se van a explicar cada uno de los pasos a seguir para el desmontaje de la depuradora.

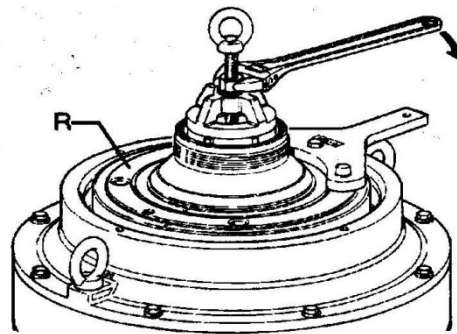
1. Extraer el dispositivo de seguridad (A) y mirar a través de la ranura de la tapa del bastidor, con el fin de comprobar si el rotor sigue girando. No emprender nunca el desmontaje hasta que el rotor se haya parado por completo. La temperatura de las piezas puede ser muy elevada, incluso mucho tiempo después de que el rotor se haya parado completamente.



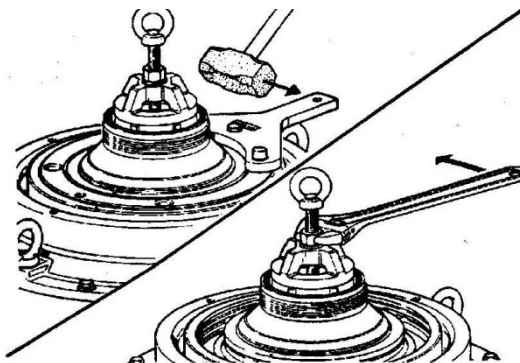
2. Destornillar la tuerca (C) girándola en el sentido de las agujas del reloj y extraer el alojamiento de entrada y salida (D) y el alojamiento de salida (G), junto con las mangueras conectadas.



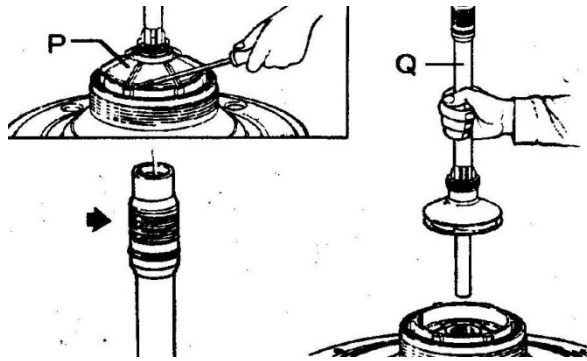
3. Extraer la tapa del bastidor (J) y destornillar el anillo de cierre pequeño (K) en el sentido de las agujas del reloj. Sacar la cámara centrípeta (L).



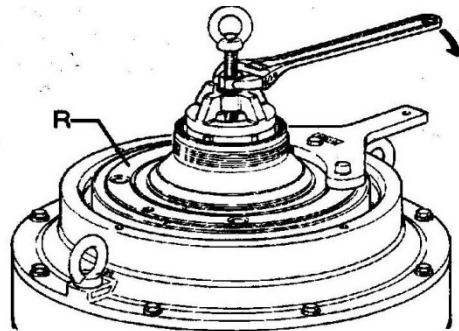
4. Levantar la unidad compuesta por el disco centrípeta superior (M) y la tubería de recirculación (N). Sacar el disco de control de flujo (O).



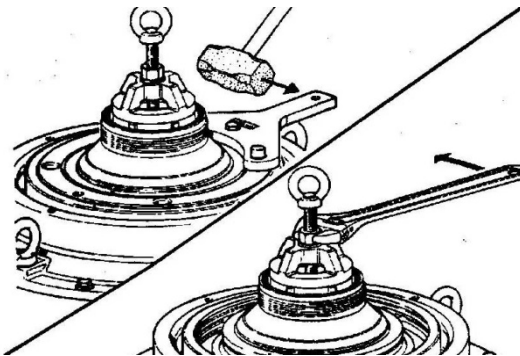
5. Alojar con cuidado la tapa de la cámara centrípeta (P) con la ayuda de un destornillador. Sacar la tapa. Extraer la tubería de entrada junto con el disco centrípeta de aceite (Q), empujando hacia arriba. Comprobar si las roscas están deterioradas y rectificarlas si fuera necesario.



6. Preparación para el desenroscado del anillo de cierre grande (R): Primeramente, colocar la llave de apriete en el anillo de cierre y fijarla con el perno, seguidamente colocar la herramienta de compresión y apretar el tornillo central sobre el distribuidor, hasta que esté a tope, y finalmente comprimir el paquete de discos apretando firmemente la tuerca de la herramienta de compresión.



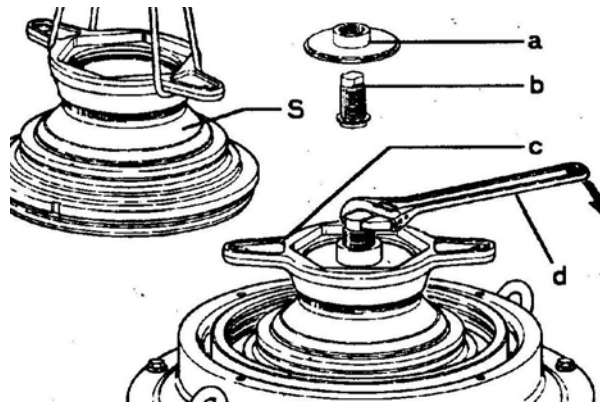
7. Desenroscar el anillo de cierre principal, girándolo en el sentido de las agujas del reloj y golpeando la llave de espigas con un martillo. Aflojar la tuerca de la herramienta de compresión lo suficiente para descomprimir el paquete de discos.



8. Sacar la tapa del rotor empujándola hacia arriba (S), utilizando la llave de apriete para el anillo de cierre pequeño.

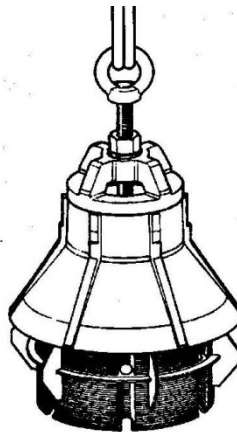
- Si la tapa del rotor permanece agarrada al cuerpo del rotor, sacar la herramienta de compresión y forzar la tapa con la ayuda de una herramienta de presión.

- La tuerca (a), el tornillo (b) y la llave de apriete del anillo de cierre pequeño (c) están incluidos en el juego de piezas.

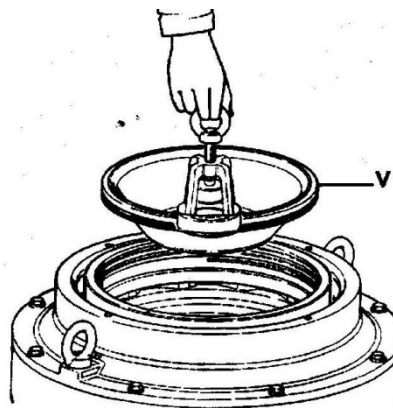


9. Levantar el distribuidor (UU), junto con los discos del rotor (T, U), la inserción aleteada (TT) y el disco superior (SS).

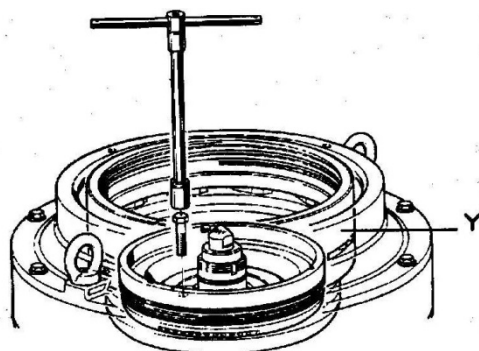
- Sumergir los discos del rotor en el líquido de limpieza Alfa-Laval para separadoras de fuel oil.



10. Extraer el fondo deslizante del rotor (V) con la ayuda de la herramienta especial para levantar el fondo deslizante del rotor.

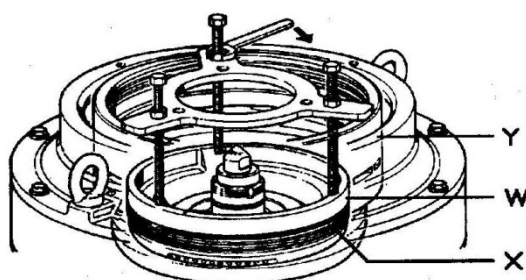


11. A continuación, desenroscar los tres tornillos del cuerpo del rotor (Y) como se muestra en la siguiente figura.

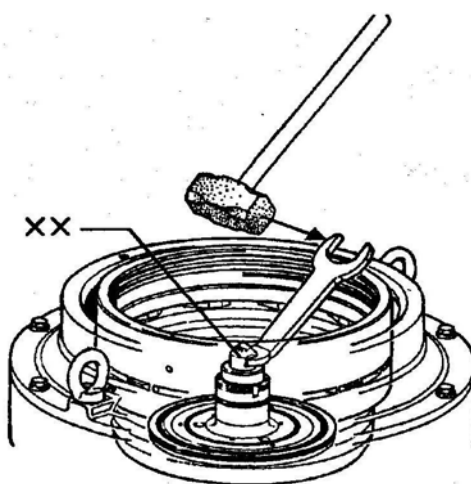


12. Colocar el anillo de la herramienta de desmontaje en el cuerpo del rotor (Y). Apretar los tornillos de la herramienta en el anillo distribuidor (W). Aflojar el anillo distribuidor, apretando las tuercas una por una. Izar el anillo distribuidor.

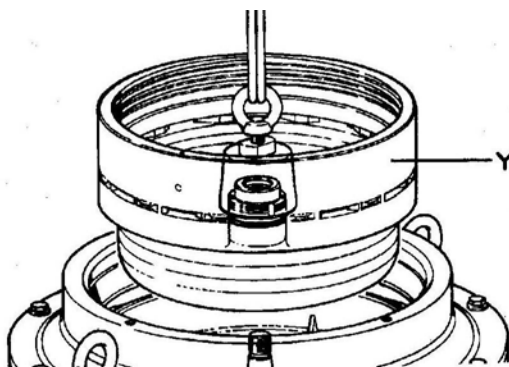
13. Extraer la corredera de maniobra (X). Proceder del mismo modo que para extraer el anillo distribuidor.



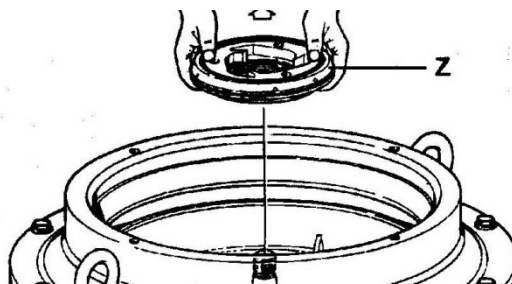
14. Desenroscar la tuerca ciega (XX), girándola en el sentido de las agujas del reloj.



15. Extraer el cuerpo del rotor (Y): desenroscar el tornillo central lo más posible, atornillar la herramienta en el cubo del cuerpo del rotor, levantar el cuerpo del rotor y sacarlo.

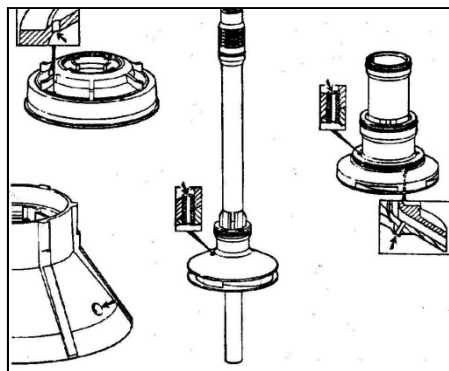
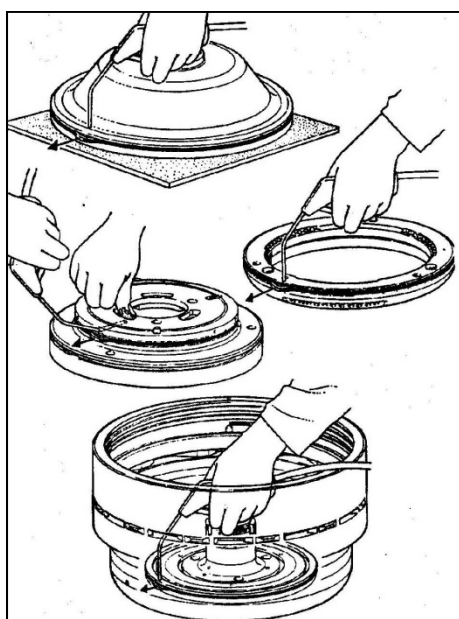


16. Extraer el anillo de agua de maniobra (Z), que puede haber caído sobre la tapa distribuidora del bastidor, o que se encuentra en su sitio por debajo del rotor.



17. Limpiar cuidadosamente todas las piezas:

- Extraer los anillos de cierre del fondo deslizante del rotor, anillo distribuidor, corredera de maniobra y cuerpo del rotor, utilizando aire comprimido.
- Comprobar la presencia de daños, corrosión o erosión.
- Eliminar cualquier obstrucción de los pequeños orificios en el disco centrípeto superior, en la tubería de entrada con disco centrípeto de aceite, en el disco de control y el disco superior.



Partes a inspeccionar en el desmontaje de la depuradora de fuel oil

Se deberá prestar una máxima atención a la posible corrosión de las piezas del rotor, particularmente en el cuerpo y la tapa, así como en el anillo de cierre principal. Sustituir las piezas cuando existan indicios evidentes de que la corrosión pueda poner en peligro su resistencia mecánica.

La erosión se puede producir, por ejemplo, cuando las partículas suspendidas en el líquido a tratar se deslizan a lo largo de una superficie o chocan contra ella, en su recorrido a través del rotor.

Vigilar siempre atentamente los daños incipientes provocados por la erosión, teniendo en cuenta que probablemente se hagan más profundos, provocando el debilitamiento de las piezas del rotor al reducir el espesor del metal.

A continuación, se explican los puntos de inspección que se han de comprobar para asegurar el buen funcionamiento de la depuradora:

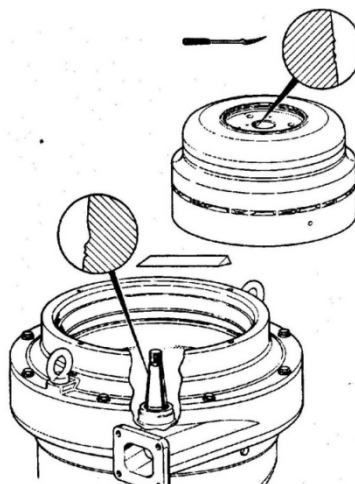
- **Cono del eje del rotor y cubo del cuerpo del rotor:**

La presencia de señales de impacto en el cono del eje y/o cubo, puede dar lugar a un funcionamiento defectuoso del rotor.

Una corrosión intensa puede hacer que el cuerpo del rotor se agarre firmemente al cono del eje, e impedir su desmontaje.

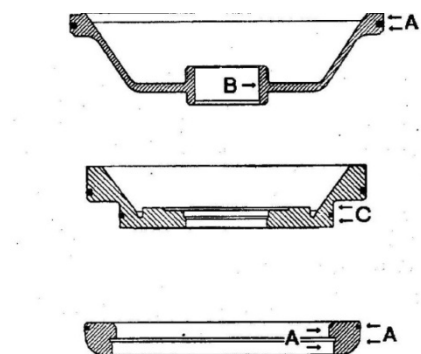
Eliminar las marcas de impactos con la ayuda de una rasqueta y una piedra de repasar filos, respectivamente. La oxidación se puede eliminar con una tela de esmeril de grano fino.

Es importante, utilizar la rasqueta con muchísimo cuidado. La conicidad de la pieza debe mantenerse intacta.



- **Mecanismo de descarga :**

Hay que comprobarlo siempre que se desmonte el sistema. Se ha de limpiar y revisar debidamente todas las piezas. Prestar una mayor atención a las superficies (A, B y C) que son especialmente importantes. Si fuera necesario pulirlas con lana de acero.

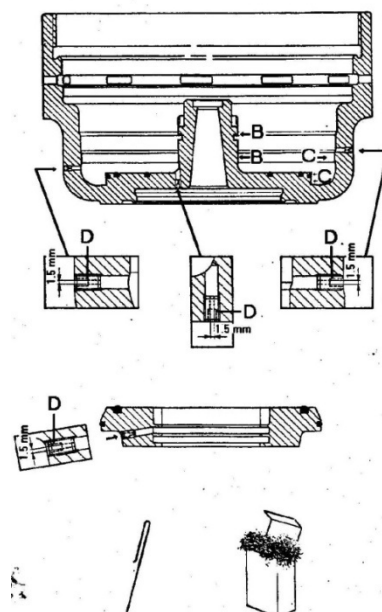


La acumulación de suciedad y de cal en el interior del mecanismo de descarga puede dar lugar a una descarga defectuosa o a la imposibilidad de que ésta se lleve a cabo y, en consecuencia, provocar un desequilibrio o avería.

Revisar las superficies A, B y C con el fin de comprobar la presencia de rebabas o excoriaciones (señales de fricción). Reparar la pieza si fuera necesario. Lubricar las superficies B y C con Pasta Molykote.

Limpiar las toberas D con un alambre de hierro suave o material similar. La cal acumulada se disuelve bien con una solución de ácido acético al 10%, calentada a 80°C.

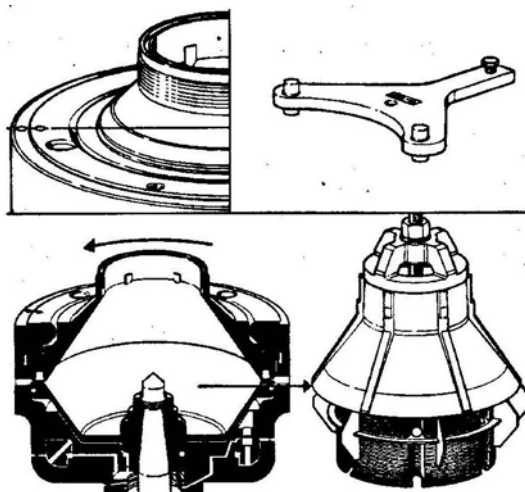
Aplicar Loctite en las roscas si las toberas se han extraído o sustituido. Por último, limpiar y secar debidamente las piezas.



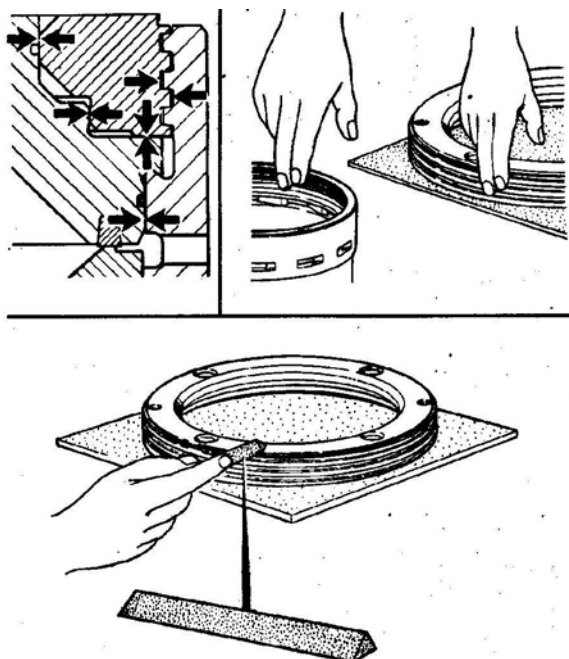
- **Junta del anillo de cierre principal:**

El desgaste excesivo o marcas de impacto en las roscas y superficie guía o de contacto del anillo de cierre y de la tapa y cuerpo del rotor, pueden causar daños graves como consecuencia de la escoriación (marcas de rozamiento importante).

Limpiar las roscas y las superficies guía y de contacto con un producto desengrasante adecuado. Lubricar las roscas y las superficies guía y de contacto del anillo de cierre con Molykote.



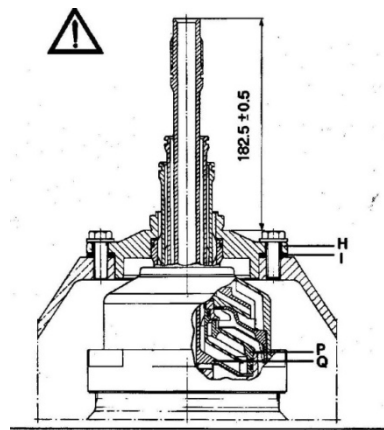
Las posiciones de las roscas así como de las superficies guía y de contacto se indican mediante flechas en la figura de la parte izquierda. Comprobar la presencia de rebabas o protuberancias provocadas por impactos. Si se observan daños, rectificar utilizando una piedra de amolar o tela de esmeril fina. Pulir y lubricar las roscas y las distintas superficies.



Comprobar el estado de las roscas apretando el anillo de cierre, después de extraer el paquete de discos (1) del rotor. En un rotor nuevo, las marcas de la alineación previstas en el anillo de cierre y el cuerpo del rotor están directamente una frente a otra.

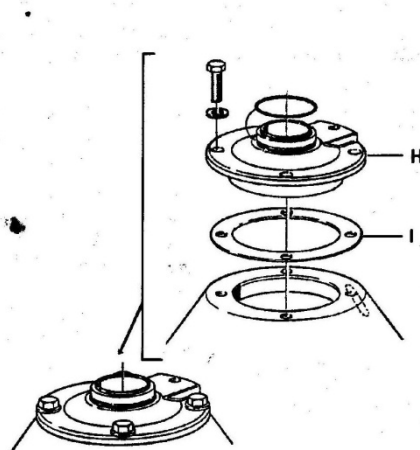
- **Ajuste de la altura del disco centrípeto de aceite:**

Un ajuste incorrecto de la altura puede dar lugar a que el disco centrípeto de aceite (Q) roce contra la tapa de la cámara centrípeta (P).



Primeramente, se ha de montar el rotor y el dispositivo de entrada y salida, salvo el alojamiento de salida, el alojamiento de entrada y salida, la tuerca, el codo de entrada y el dispositivo de seguridad. Asegurarse de que los tornillos están debidamente apretados para conectar el alojamiento (H).

El segundo paso será medir la altura de acuerdo con lo indicado en la figura siguiente. Ajustar la distancia, añadiendo o quitando anillos de ajuste de altura (I) después de extraer el alojamiento de conexión (H).



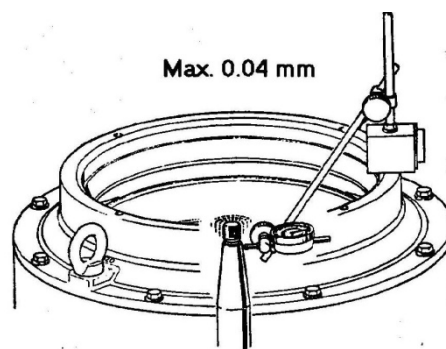
Incorporar el alojamiento de conexión y montar el dispositivo de entrada y salida. Una vez montadas las piezas de entrada y salida girar el eje del rotor tirando de la correa plana con la mano. Si no gira libremente o si se oye un chirrido, se puede deber a un ajuste incorrecto de la altura o a un acoplamiento incorrecto de la tubería de entrada.

- **Salto radial del eje del rotor:**

Un salto radial excesivo del eje, puede dar lugar a un funcionamiento defectuoso de la separadora y un exceso de vibraciones.

El salto radial del eje debe medirse siempre que se haya desmontado el eje del rotor, o si el funcionamiento de la separadora es incorrecto.

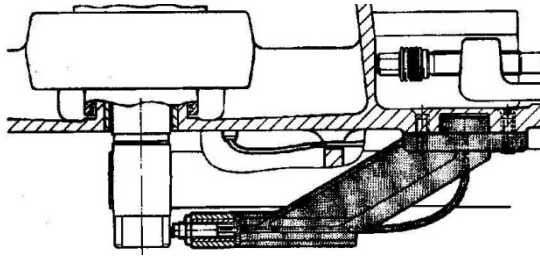
Acoplar un cuadrante indicador en un soporte y fijarlo de la manera indicada en la figura:



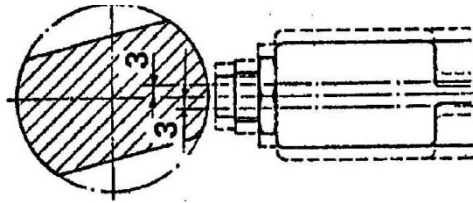
Extraer las dos tapas del fondo del bastidor, para poder tener acceso a la correa plana. Utilizar la correa plana para girar el eje. Salto radial admisible: máximo 0,04mm. Si el salto radial es excesivo, ello puede deberse a que la correa no está perfectamente tensada. Por último, instalar las dos tapas en el fondo del bastidor.

- **Comprobación del ajuste del sensor de velocidad:**

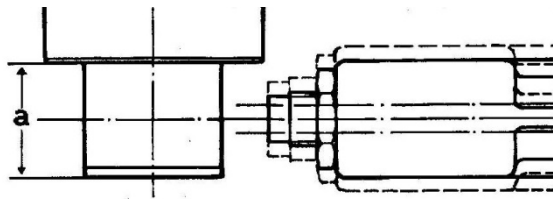
Un ajuste incorrecto del sensor de velocidad puede dar lugar a un control inadecuado de la velocidad. Su ajuste deberá comprobarse siempre que se extraiga o reemplace esta pieza.



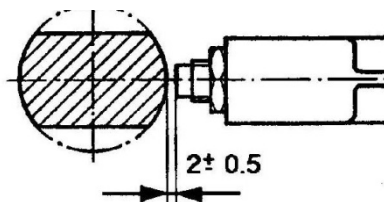
Comprobar que la cabeza del sensor de velocidad está directamente alineada con la línea central del eje del rotor. Desviación máxima 3mm. Utilizar un espejo para efectuar la comprobación.



Comprobar que la altura es correcta. La cabeza del sensor debe estar posicionada dentro de la zona rayada (a) del eje del rotor.



Por último, comprobar que la distancia entre la cabeza del sensor de velocidad y el eje del rotor es de $2 \pm 0,5$ mm.



6. Depuradora de gasoil: Montaje y desmontaje

El mantenimiento preventivo en una separadora centrífuga es necesario debido a las fuerzas de gran intensidad que se producen en todas direcciones. La depuradora esta sometida al desgaste debido a la corrosión, erosión y el desgaste normal debido al funcionamiento. El mantenimiento y el funcionamiento apropiados prolongan la duración de las piezas, y las inspecciones adecuadas advierten del momento en que se ha de sustituir una pieza.

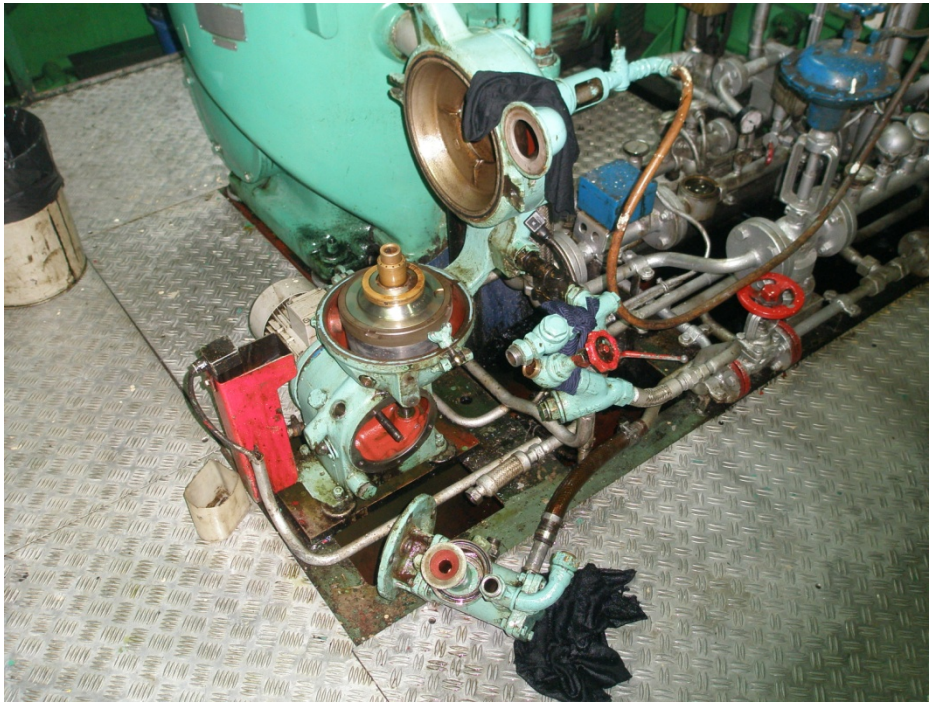
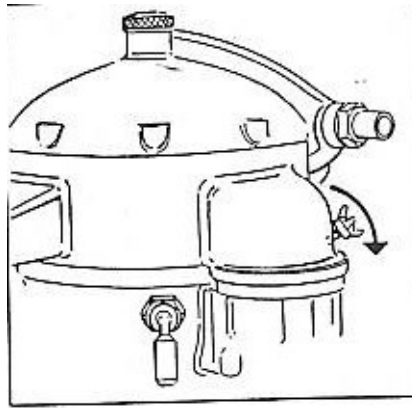


Fig. 16 Depuradora de gasoil

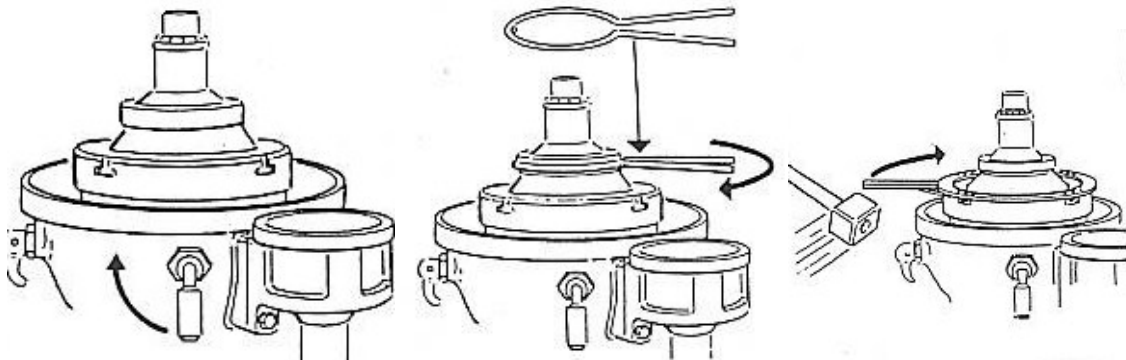
A continuación, se describe la forma de desmontar y montar la máquina en el orden correcto por medio de herramientas apropiadas. También se indica en que etapas del desmontaje y montaje deben llevarse a cabo las diversas comprobaciones.

Antes de empezar el desmontaje completo es muy importante que el rotor este completamente parado.

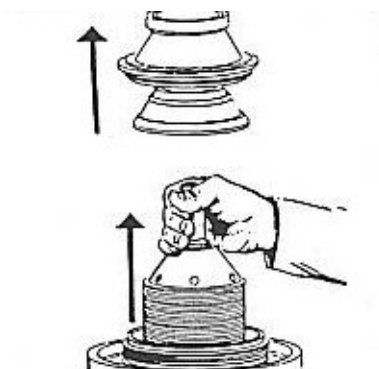
El primer paso para desmontar la depuradora es aflojar los pernos articulados y abrir la tapa.



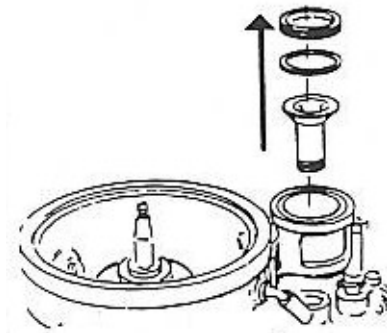
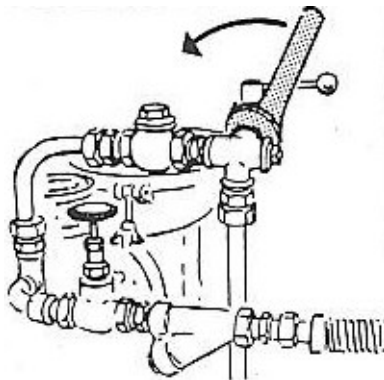
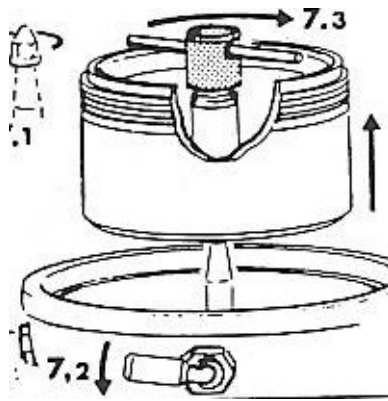
Una vez abierta la tapa se ha de apretar ambos tornillos de fijación como se muestra en las siguientes figuras.



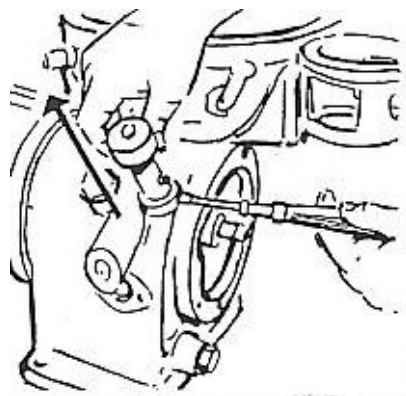
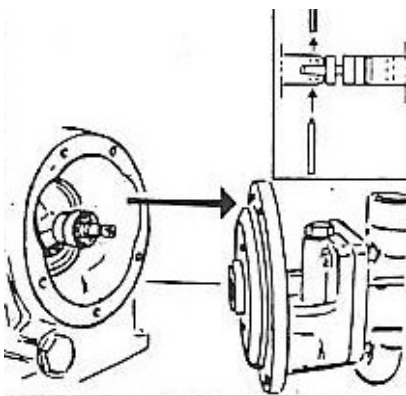
El siguiente paso será comprobar las roscas del anillo de cierre, ya que el desgaste debido a la corrosión y/o erosión de las roscas puede hacer que la máquina resulte peligrosa para el personal y para la instalación.



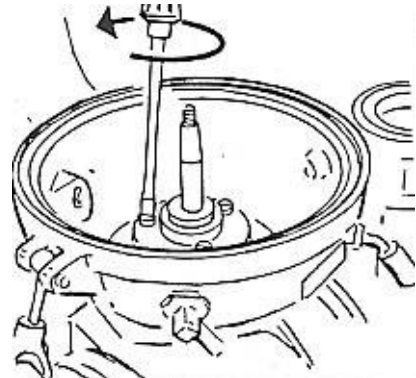
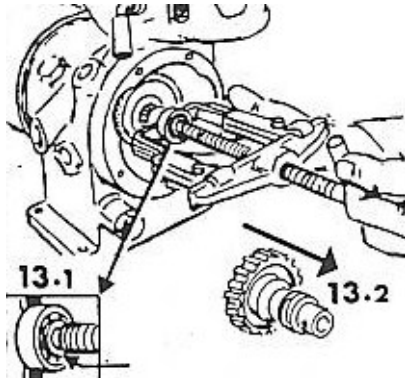
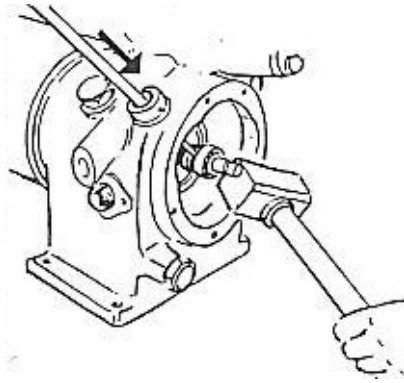
A continuación, se desenroscará la tuerca de sombrerete y se aflojará los tornillos de fijación para poder separar del eje el cuerpo del rotor y así proceder al desmontaje como se muestra en las siguientes figuras.



El siguiente paso será comprobar los casquillos y las juntas de desgaste. Si los casquillos están rascados o si existe un huelgo entre el eje y éstos se tendrán que sustituir. La junta⁹ desgastable se tendrá que sustituir cuando la superficie este áspera o hendida o ha sido abollado por el impulsor.

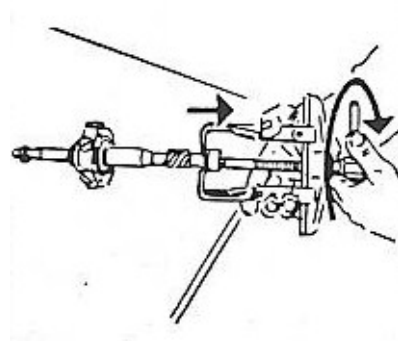
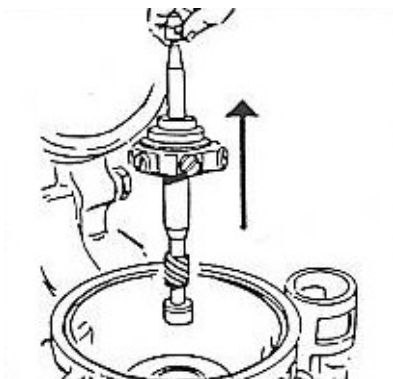


Una vez se ha tenemos desmontado las zapatas de fricción y el tapón del freno, se ha de extraer el pasador cónico, empleando un mazo que sujete el eje de la rueda helicoidal.

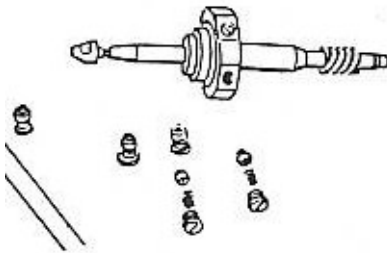


A continuación se ha de extraer el tornillo sin fin, para examinar si se han desgastado los dientes de la rueda helicoidal y del tornillo sin fin. Examinar las superficies de contacto y comparar los perfiles de los dientes. Es posible que el engranaje funcione satisfactoriamente aunque esté algo desgastado.

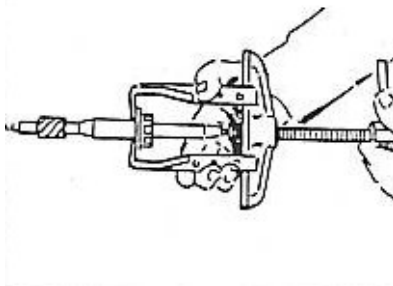
Sustituir al mismo tiempo la rueda helicoidal y el tornillo sin fin, aun cuando solamente una de las piezas esté desgastada. La presencia en el baño de aceite de partículas de metal indica que la rueda está sometida a un desgaste anormal.



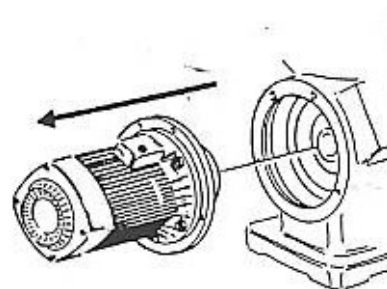
En el siguiente paso se comprobará los muelles del amortiguador. Se recomienda cambiarlos en la revisión anual.



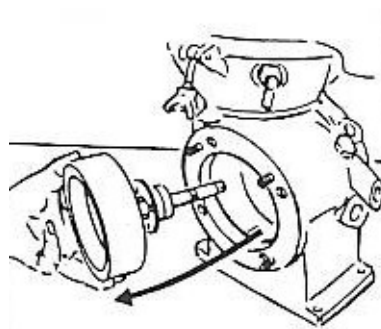
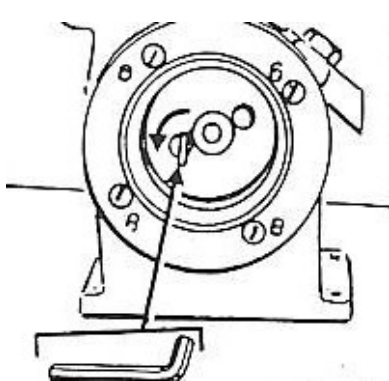
A continuación se sacará el cojinete de bolas superior, junto el manquito. Tal y como muestra la siguiente figura.



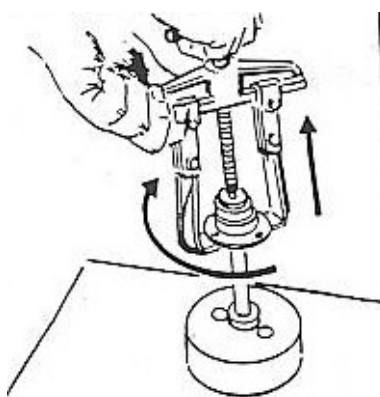
En el siguiente paso se comprobará el estado de las zapatas de fricción. Unas zapatas de fricción desgastadas o engrasadas alargarán el período de frenado.



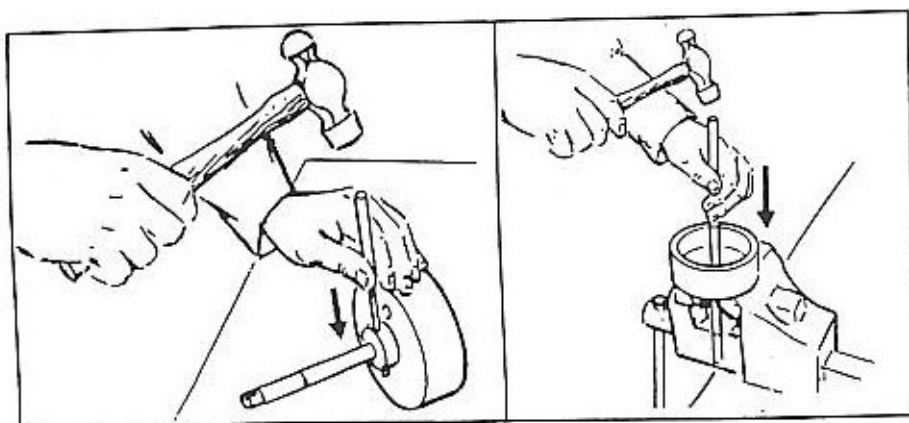
Como muestra la siguiente figura aflojar los tornillos de la arandela de cierre utilizando una llave hexagonal.

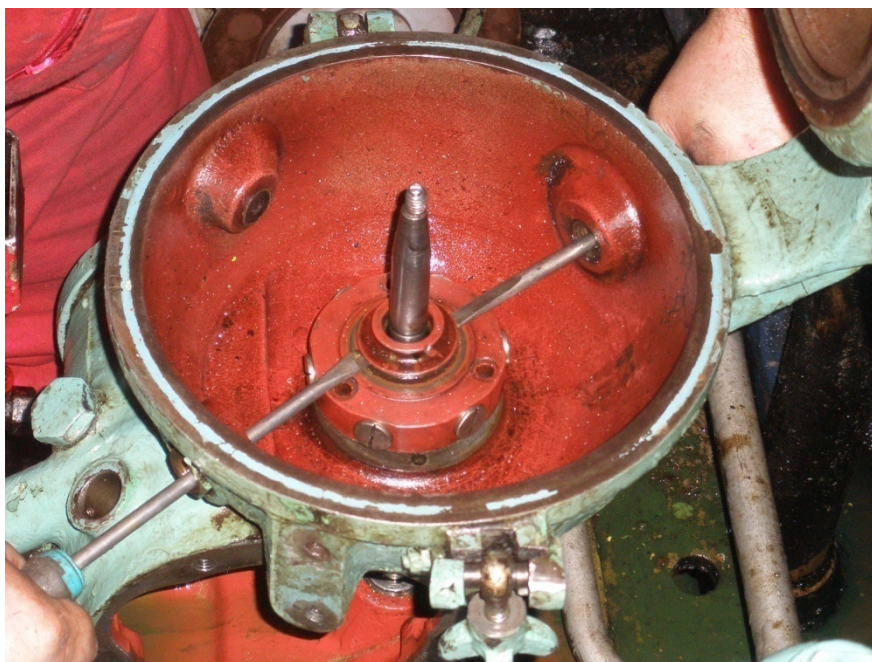


A continuación, proteger el extremo del eje de la rueda helicoidal con una arandela, tal y como se puede ver en la siguiente figura.

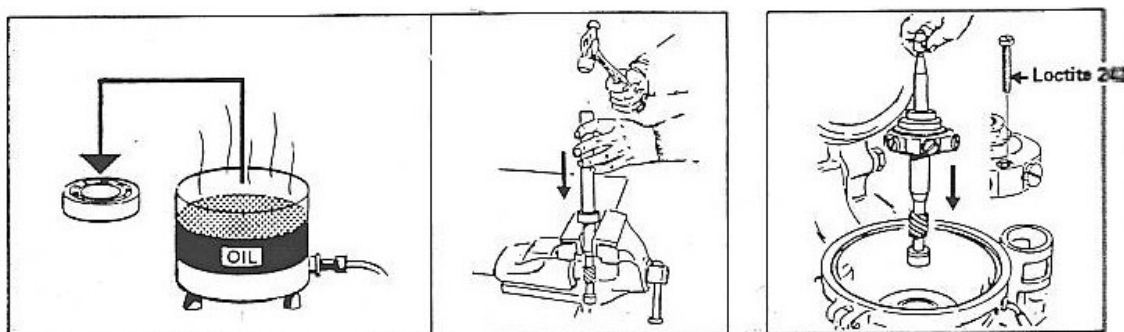


Para finalizar el desmontaje, se hace la sustitución del tambor de acoplamiento/eje.

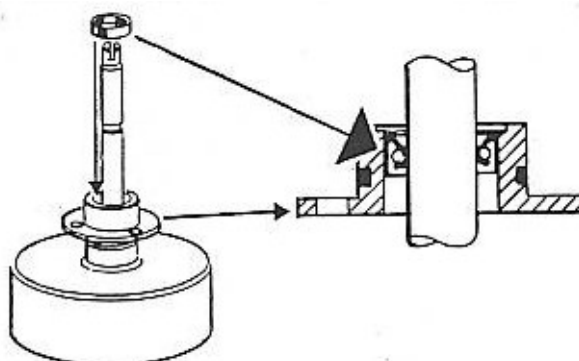




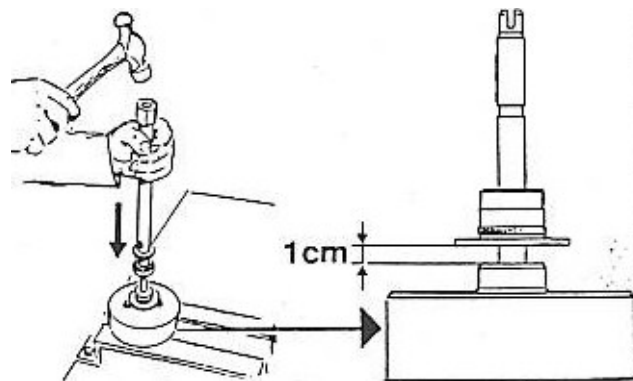
Una vez se ha hecho el desmontaje completo y se ha comprobado el estado de las diferentes piezas de la separadora, se empieza el montaje. Para facilitar el montaje se pueden calentar en aceite los cojinetes del eje.



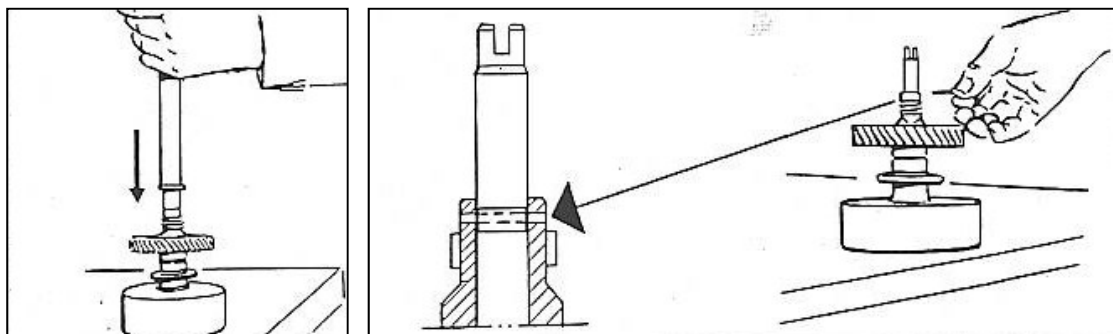
Como se muestra en la siguiente figura hay que asegurarse de que el anillo de cierre en la arandela de cierre se gire correctamente.



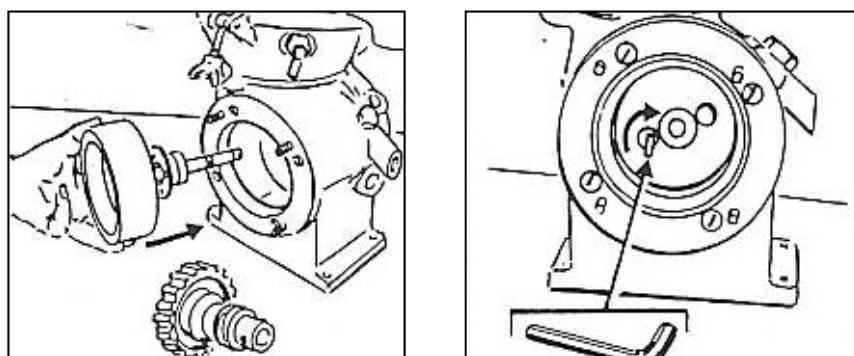
El siguiente paso será apretar el rodamiento en el eje hasta que la arandela de cierre esté a 1 cm de la posición inferior.



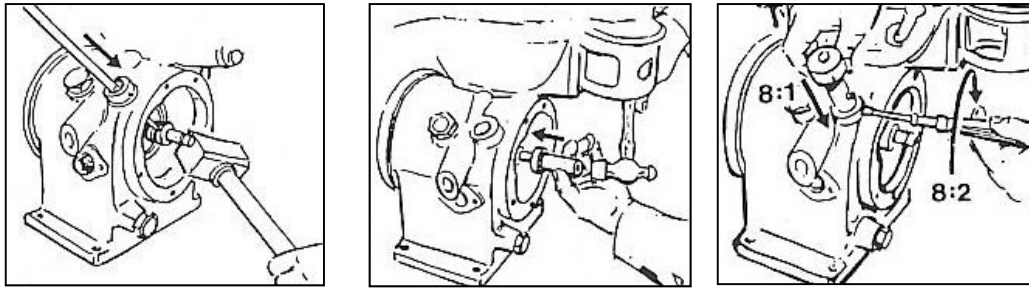
A continuación se ha de montar encima del cojinete la rueda helicoidal. Golpear en el extremo de la rueda con un manguito de latón. Observar los agujeros para el pasador cónico. Hay que parar de golpear cuando coincidan los agujeros y sacar la rueda helicoidal.



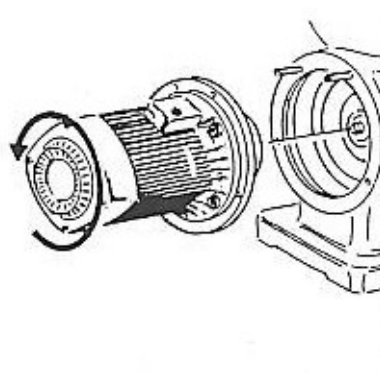
El siguiente paso será colocar la arandela de cierre y apretar los tornillos como se muestra en la siguiente figura.



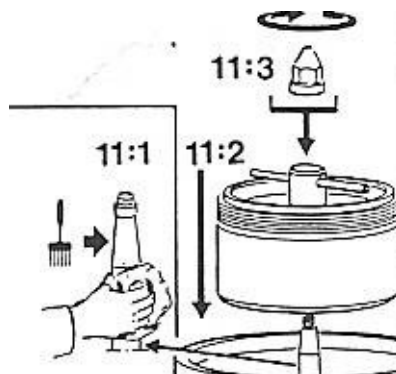
Lo siguiente será montar la rueda helicoidal y apretar en los agujeros el pasador cónico como se puede ver en la figura.



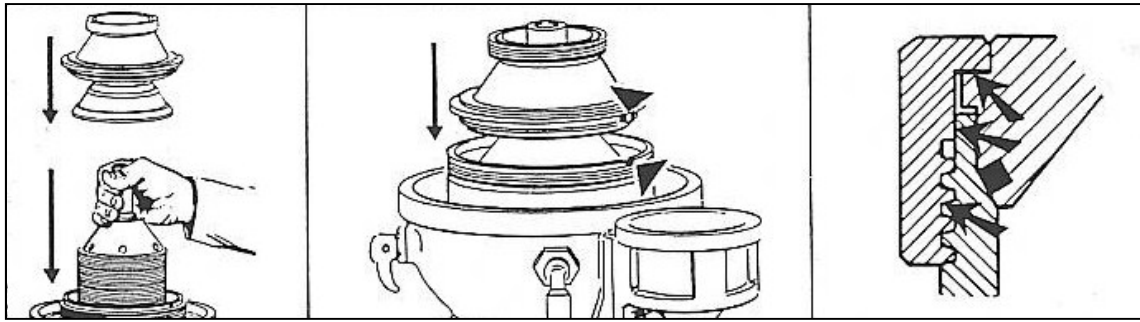
El siguiente paso será montar la bomba y el acoplamiento de seguridad, que consiste en las conexiones de tubo de la bomba. La posición del disco de acoplamiento es importante para que este en la posición correcta respecto al eje.



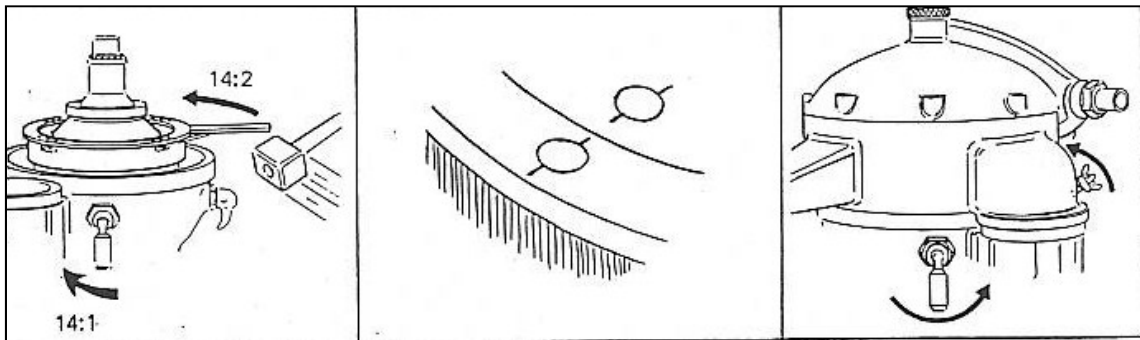
Como se muestra en la siguiente figura hay que secar la parte cónica del eje del rotor así como el orificio de la cuba del cuerpo del rotor. Frotar la parte cónica del eje del rotor con una capa delgada de pasta de MolyKote.



Montar el juego de discos y el anillo de cierre que presiona a estos como se muestra en la siguiente figura. Desengrasar las roscas y las superficies de contacto y guía del anillo cerradura. Aplicar pasta de Molykote a las dichas roscas y superficies. Frotar la pasta según las instrucciones del fabricante con un cepillo.



Para finalizar el montaje, no olvidar de enroscar ambos tornillos de bloqueo. Apretar el anillo cerradura en el sentido antihorario hasta que la tapa del rotor se encuentre rigidamente contra el cuerpo del rotor. Soltar los tornillos de bloqueo y apretar los bulones articulados como se puede ver a continuación.



7. Instrucciones para la operación de bunker.

Para la operación de toma de combustible y aceites lubricantes es necesaria una buena organización del personal de máquinas.



Figura 16. Camión de suministro de gasoil.

En la maniobra de cabos y mangueras es necesario que esté el jefe de máquinas, el caldereta, el oficial de guardia (1º o 2º oficial), el alumno de guardia y el engrasador de la guardia.



Fig.17 Gabarra de combustible.

Las medidas a tomar durante la operación de toma de combustible y/o aceites son:

- a) Oficial de guardia (1º o 2º Oficial):
 - Mantendrá la comunicación entre el buque y el suministrador (gabarra o camión).
 - Sondeará y re verificará al suministrador sus tanques si fuera necesario.
- b) Jefe de máquinas:
 - Responsable de la recepción de combustible.
- c) Caldereta y resto de personal.
 - Instalará mangueras.
 - Tapará imbornales.
 - Recepcionará el combustible o el aceite.



Figura.18 Toma de F.O. en plena operación de “bunker”.

Es necesario que se sigan todos los pasos y que en la operación de suministro de combustible haya el personal necesario para evitar un posible incidente, como un vertido de combustible.

8. Sistema de lubricación

El motor principal se lubrica por medio de un sistema de cárter seco en el cual el aceite se trata principalmente fuera del motor por separación continua.

Las funciones principales de la lubricación son, prevenir el contacto en las superficies de los cojinetes, transferir el calor y limpiar. La depuradora de aceite asegura un perfecto estado del aceite.

En la instalación, la bomba de aceite aspira del tanque de aceite y descarga aceite a presión en el enfriador.



Fig. 19 Bombas de aceite.

En el lado de la descarga del enfriador se instala una válvula termostática que controla el flujo de aceite al enfriador.

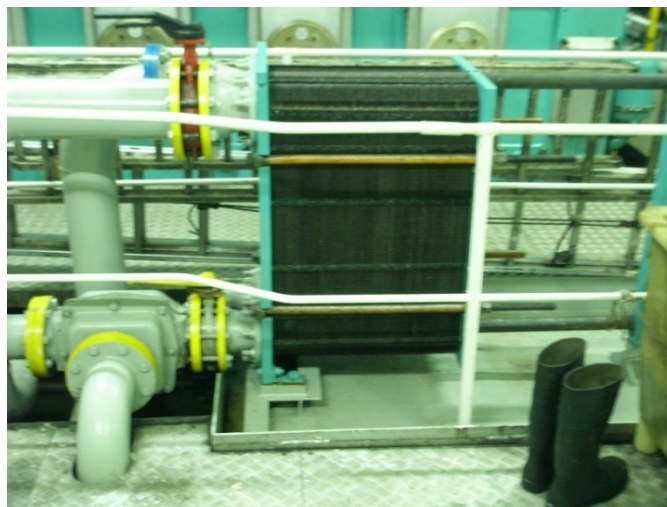


Fig. 20 Enfriador de aceite.

El aceite circunvalará el enfriador si la temperatura cae por debajo del punto de ajuste de la válvula termostática. Después del enfriador, el aceite pasa a través del filtro fino automático y el filtro indicador a la tubería distribuidora del motor.

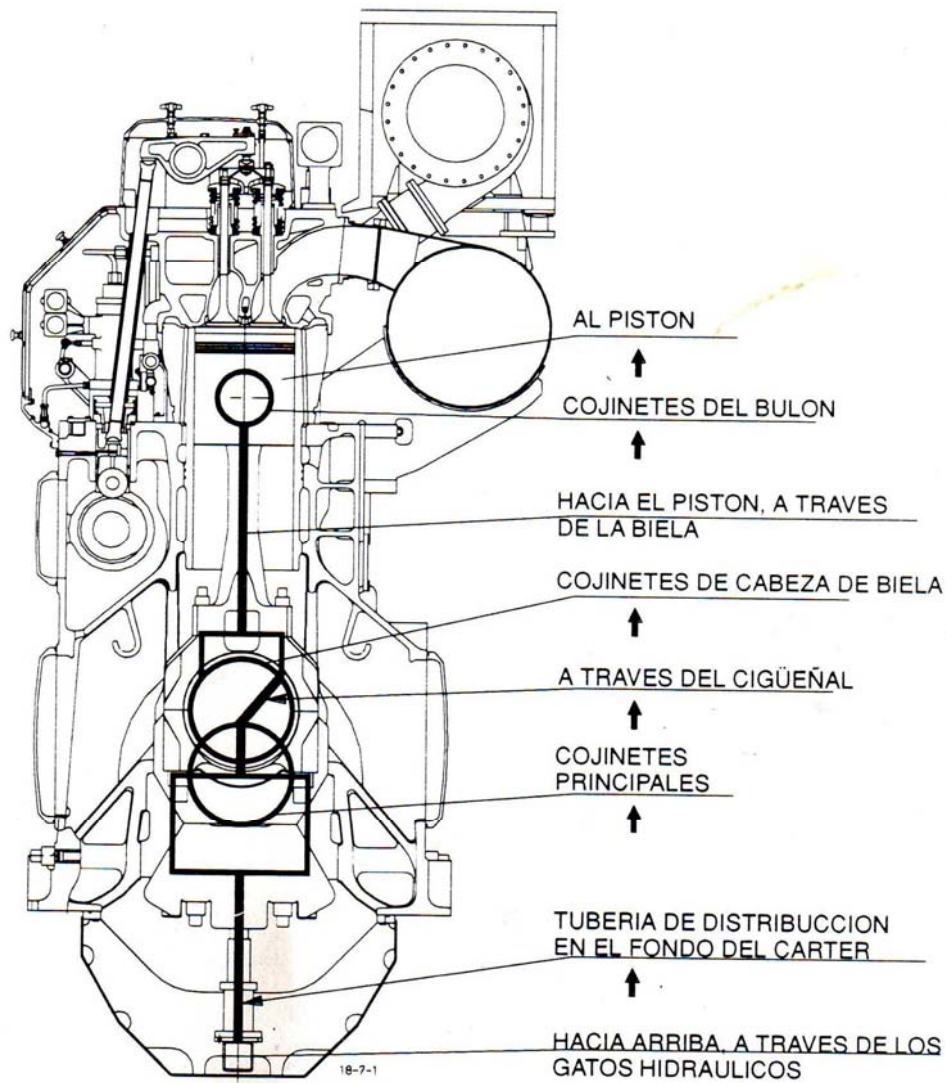


Fig. 21 Filtro automático.

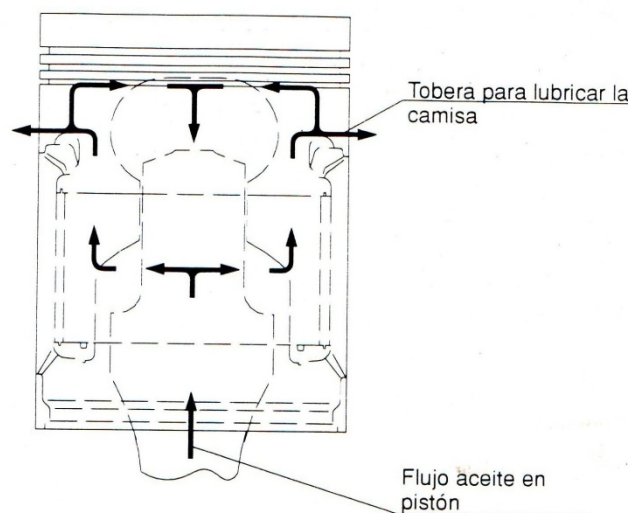
Circuito de aceite lubricante del motor

Después de la tubería distribuidora, situada en el fondo del cárter, el circuito de aceite actúa de la siguiente manera:

El aceite lubricante pasa al pistón a través de los orificios del bulón y la falda del pistón subiendo a los espacios de enfriamiento. Parte del aceite de lubricación sales de la falda del pistón a través de los orificios especiales, hacia la camisa, formando una película de aceite entre el pistón y la superficie de la camisa.



Desde la camisa del cilindro el aceite se recoge en el cárter del motor desde donde retorna al tanque de aceite del sistema.



Filtros automáticos del sistema de lubricación

El filtro automático de limpieza en retroceso con tratamiento del aceite de lavado se emplea preferentemente para la filtración de combustibles y aceites lubricantes.

En el equipo de tratamiento del aceite de lavado tiene lugar la regeneración del material procedente de la limpieza en retroceso, que es evacuado del filtro automático.



Fig. 22 Desmontaje del filtro automático de aceite.

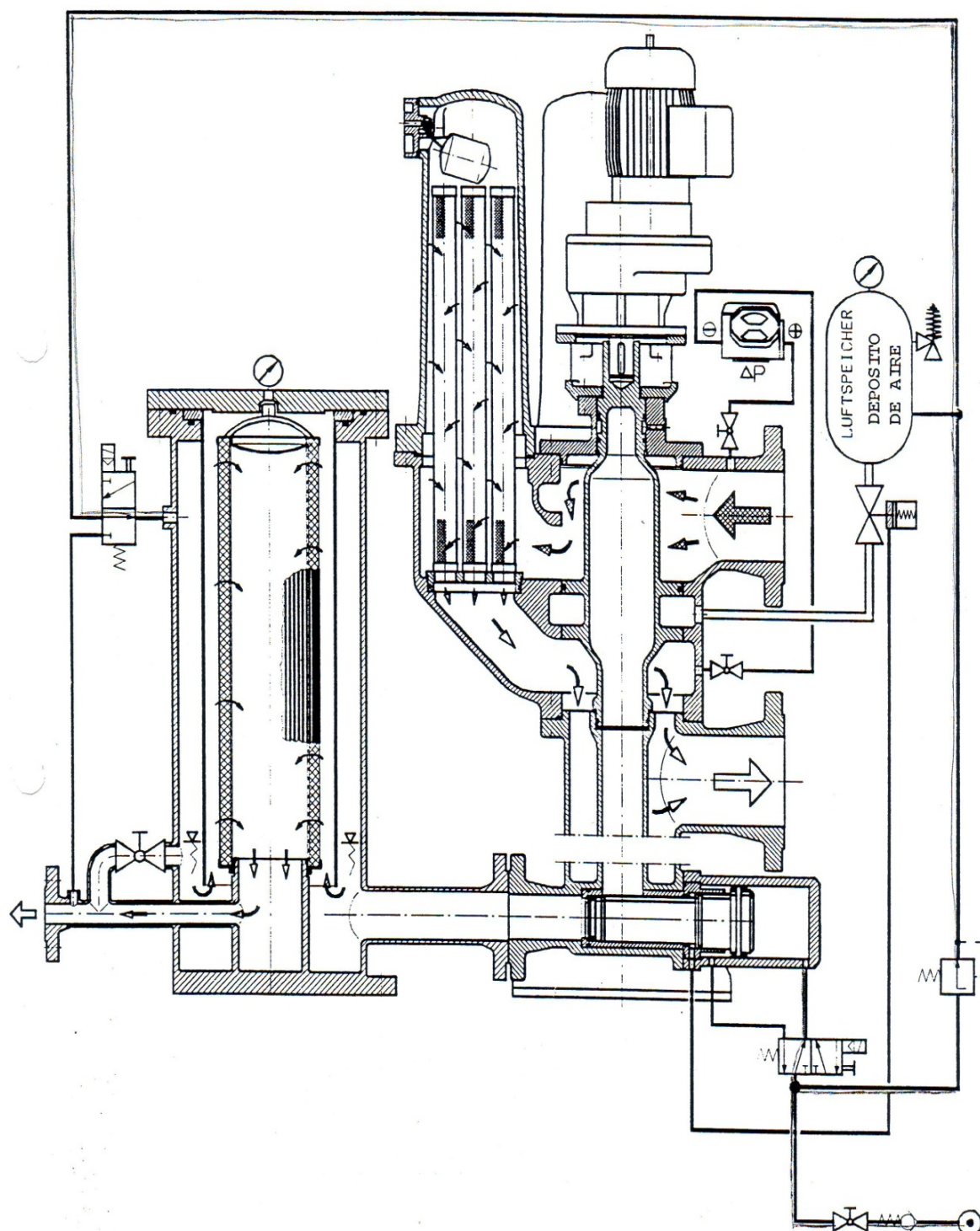
La limpieza de los elementos de colador del filtro de limpieza en retroceso se efectúa automáticamente, sin que se interrumpa el funcionamiento, limpiándolos en retroceso por medio de aire comprimido.

El elemento filtrante del equipo de tratamiento de aceite de lavado es un cartucho que una vez saturado tiene que ser intercambiado por otro cartucho nuevo.

El equipo de tratamiento del aceite de lavado se compone, esencialmente de las siguientes partes:

- El cuerpo con entrada y salida incluida la tubería de derivación;
- El elemento filtrante;
- La válvula electromagnética;
- El manómetro con aguja de arrastre.

Para el perfecto funcionamiento del equipo de tratamiento del aceite de lavado tiene que estar disponible aire comprimido (3-7 bar).



Montaje del filtro

Al montar el filtro cuidará de que las tuberías estén bien limpiadas y que sean empalmadas con la entrada y la salida del filtro sin esfuerzos internos.

La regleta de bornes del filtro se conectará mediante cable de mando con la regleta de bornes del armario de distribución.

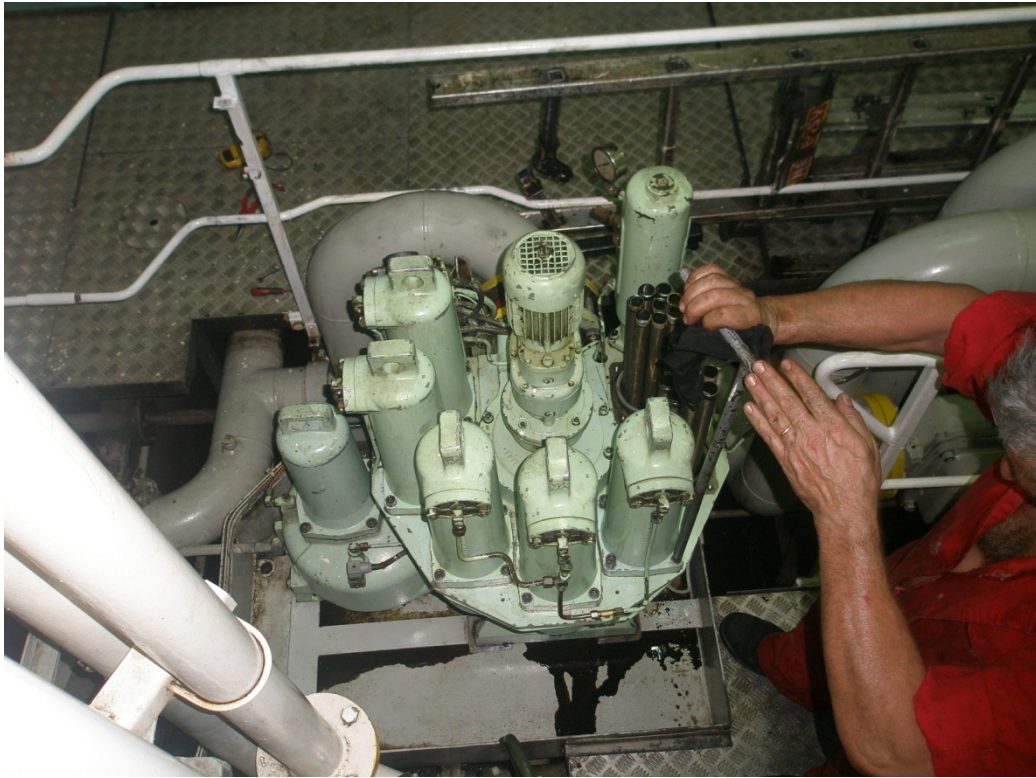


Fig. 23 Montaje del filtro automático.

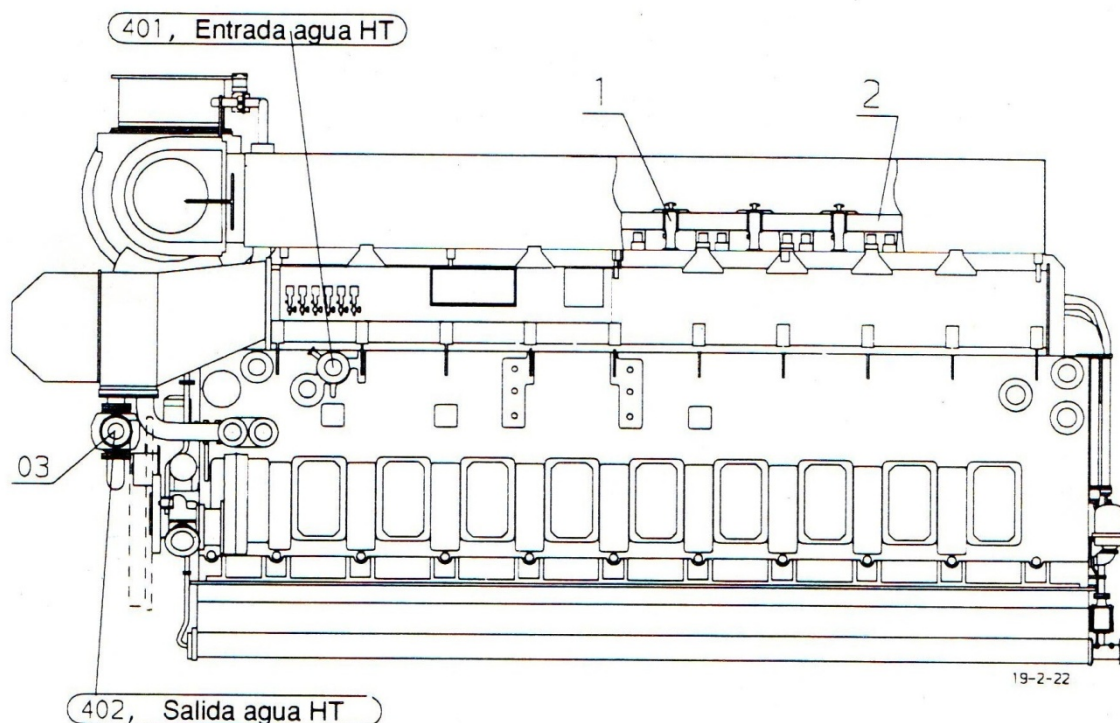
9. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN A/D DEL MOTOR PRINCIPAL

El motor se enfría por un circuito cerrado de agua dulce, dividido en un circuito de alta temperatura (HT) y un circuito de baja temperatura (LT). El agua dulce se enfría en un refrigerador de agua dulce separado.

Circuito de alta temperatura HT.

El circuito HT enfría los cilindros, las culatas, el aire de carga y el turbocompresor.

Desde la bomba el agua fluye hasta el conducto de distribución, que está integrado en el bloque. Desde los conductos de distribución, el agua fluye a través de los orificios de refrigeración de la camisa y continúa hacia la culata. En la culata el agua es forzada por la plataforma intermedia a circular a lo largo de la chapa de fuego, alrededor de las válvulas hasta los asientos de las válvulas de escape y subiendo a través de la camisa del inyector de combustible.

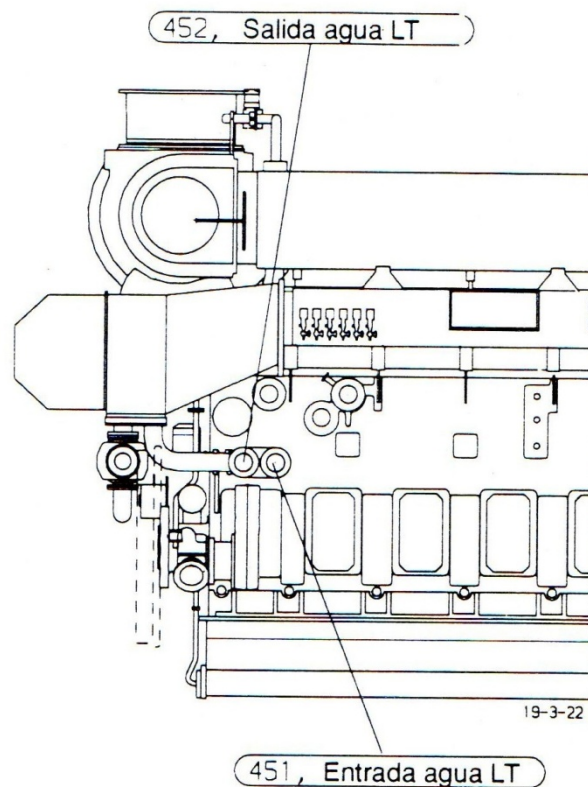


El agua sale de la culata a través de una pieza de conexión (1) al tubo colector (2). El agua pasa, dependiendo de su temperatura a través de la primera tapa del enfriador de aire.

La válvula termostática (3) controla el caudal de agua al enfriador. Cuando el aire esté tan frío que la temperatura del agua baje por debajo del punto de ajuste de la válvula termostática. El agua circunvalará el enfriador a bajas cargas.

Paralelamente a la circulación de los cilindros, parte del agua atraviesa el turbocompresor.

Circuito de baja temperatura LT.



El circuito LT enfría el aire de carga y el aceite lubricante.

El agua LT primero fluye a través de la segunda etapa del enfriador de aire, después al enfriador de aceite lubricante (exterior al motor) y por fin a través de la válvula de control de temperatura (exterior al motor).

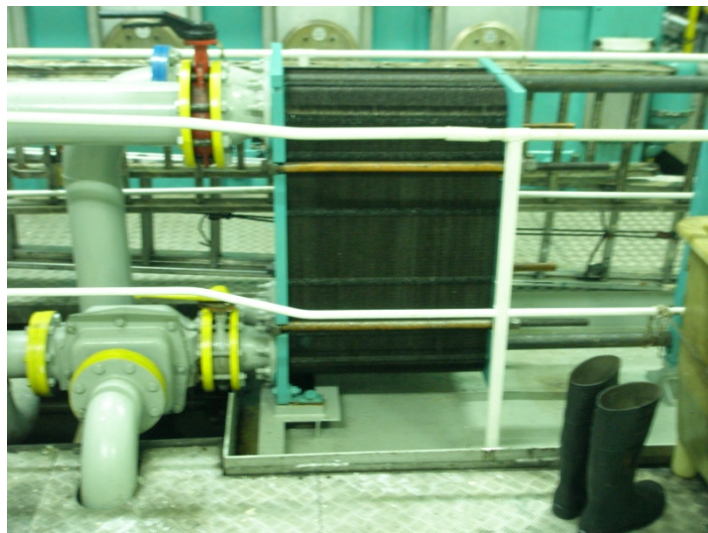


Fig. 24 Enfriador de aceite.

La válvula termostática LT tiene dos puntos de ajuste, uno normal en operación a altas cargas y otro a bajas cargas.

Esta válvula hará que valla al enfriador o que lo circunvale. Así, la temperatura de agua LT dependerá de la carga del motor, o dicho de otra manera, la temperatura del agua aumenta a bajas cargas y el aire de carga se calienta en lugar de enfriarse. El calor necesario, se obtiene principalmente del sistema de aceite por medio del enfriador.

La refrigeración necesaria para el agua LT se obtiene del enfriador central.

PRECALENTAMIENTO

Para el precalentamiento, se conecta, antes del motor, un circuito de calentamiento con una bomba y un calentador. Las válvulas de no retorno en el circuito fuerzan al agua a fluir en la dirección correcta.

Antes de arrancar, el circuito HT se calienta hasta 60°C por un calentador externo. Esto es de gran importancia al arrancar y al funcionar en vacío con combustible pesado.

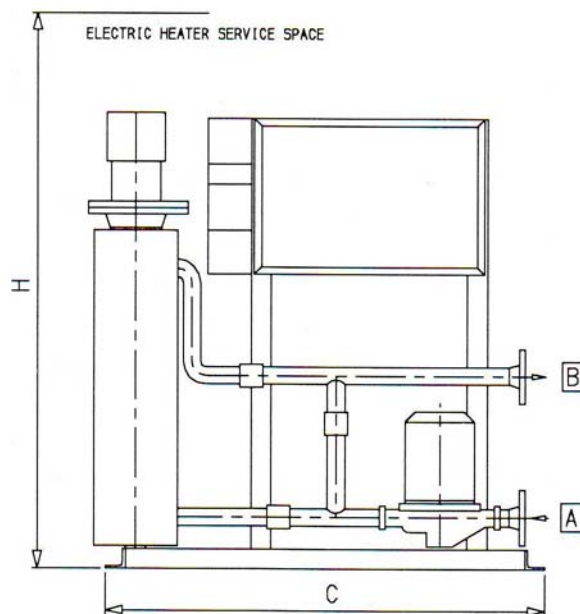


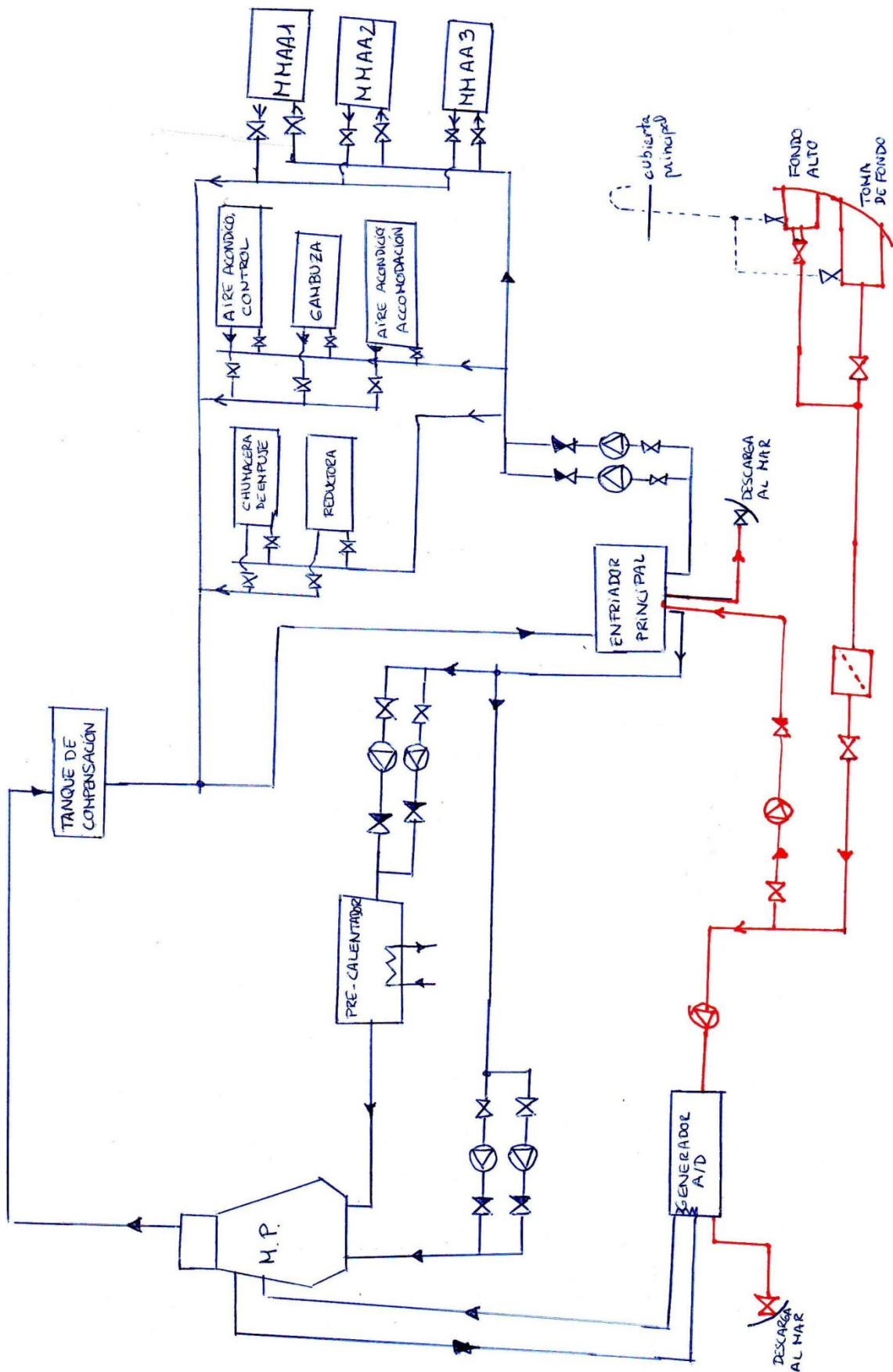
Fig. Esquema del calentador del circuito HT.

9.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN GENERAL

En la siguiente figura se muestra de manera esquematizada el circuito de refrigeración general, donde se puede ver que hay un intercambiador de general en que se enfría el agua dulce con el agua de mar.

El agua de mar se obtiene a través de las tomas de fondo y la toma del costado. Está es dirigida hacia el enfriador general y el generador de agua dulce a través de las bombas de agua salada.

El circuito de agua dulce se utiliza para refrigerar el motor principal, los motores auxiliares, el aire acondicionado de la acomodación y el del control, la gambuza, la chumacera de empuje y la reductora.



9.2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DEL AGUA DE REFRIGERACIÓN

Para analizar el agua dulce de refrigeración se utiliza el “Cooling Water Test Kit” que es un juego que sirve para analizar los nitritos, los cloros y el pH que contiene esta agua.



Fig. 25 “Cooling Water Test Kit”.

Para empezar, necesitamos tomar una muestra, está siempre se tiene que coger del mismo sitio. En nuestro caso, la cogemos en la entrada del motor principal. En caso que la muestra este turbia hay que filtrarla.

Para analizar los NITRITOS es necesario:

- Con una jeringuilla introducir 5 ml en la probeta y añadir hasta 50 ml con agua destilada.
- Añadir dos tabletas de nitritos del nº1 y diluirlas completamente.



Fig. 26 Tabletillas nitrito nº1.

- Añadir tabletas de nitritos nº2 una a una hasta que el color rosa se mantenga como mínimo durante 1 minuto.



Fig.27 Análisis de los nitritos.

La dosis inicial para que un sistema no necesite tratamiento es de 9litros/1000litros, alcanzando un nivel mínimo de 1000 ppm de nitritos.

Por ejemplo si se han añadido 5 tabletas del nº2 multiplicamos $5 \times 180 = 900$ ppm. Por lo tanto no necesita tratamiento.

El siguiente paso sería analizar los CLORUROS:

- Hay que tomar una muestra de 50 ml e introducir en la probeta.
- Añadir tabletas de cloruros una a una hasta que el color amarillento cambie a rojo teja.



Fig. 28 Análisis de los cloruros.

Para calcular el contenido de cloruros en el agua de refrigeración en ppm se multiplica el nº de tabletas introducidas por 20 y se resta 20:

$$(\text{nº de tabletas} \times 20) - 20 = X \text{ ppm}$$

Los niveles de cloros deben ser tan bajos como sea posible. El fabricante recomienda mantener el nivel por debajo de 50 ppm, por lo que se deberá rellenar y purgar el motor con agua destilada.

Por último, se mira el nivel de pH de la muestra:

- Introducir una tira de papel en el agua de muestra.
- Esperar 3 segundos y comparar el color central con el igual de los restantes y ese indicará el nº de pH.

El valor de pH debe ser mantenido entre 8,5 y 10.

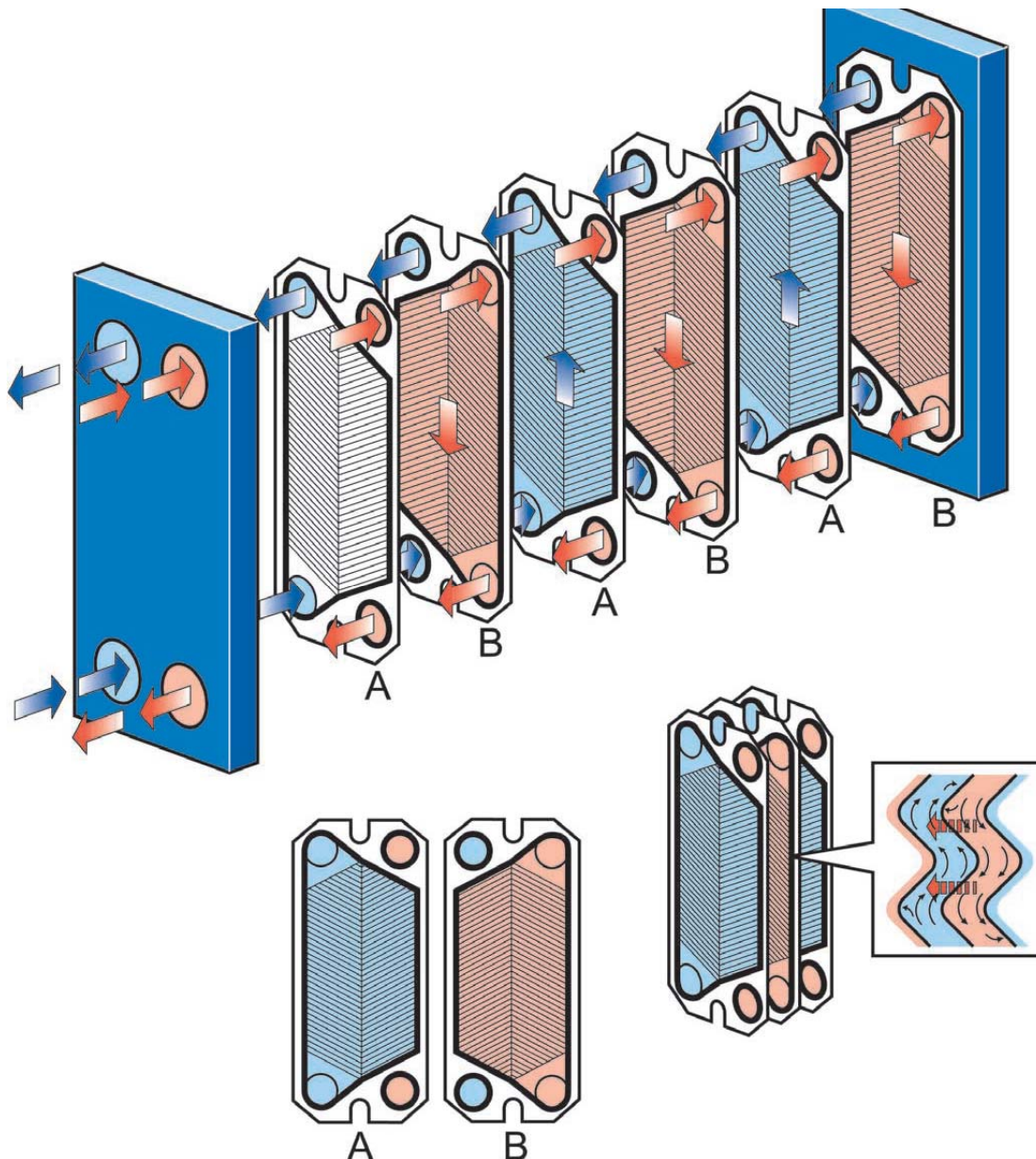


Fig. 29 Análisis del pH.

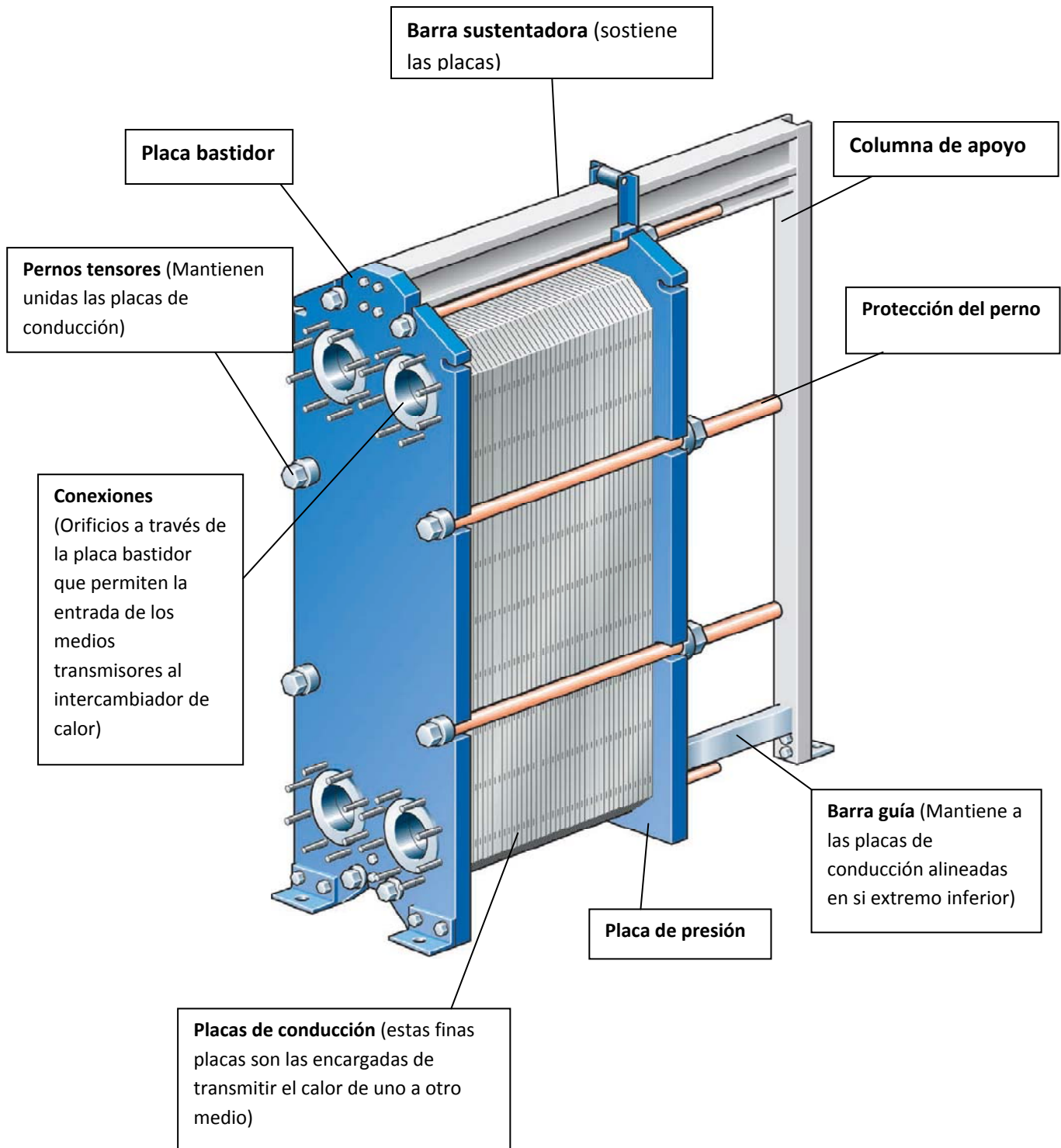
10. INTERCAMBIADOR DE CALOR

El intercambiador de calor de placada consta de un conjunto de placas metálicas acanaladas con orificios para permitir el paso de los fluidos entre los que se realiza la transferencia de calor.

El conjunto de placas está montado entre una placa bastidor y otra de presión y se mantiene apretado mediante pernos tensores. Las placas están provistas de una junta estanca que sella el canal y envía los fluidos hacia canales alternos. El acanalado de las placas provoca un régimen turbulento del fluido y contribuye a que las placas resistan a la presión diferencial.



A continuación, se muestra los diferentes elementos que componen el intercambiador de calor de placas.



Limpieza del equipo:

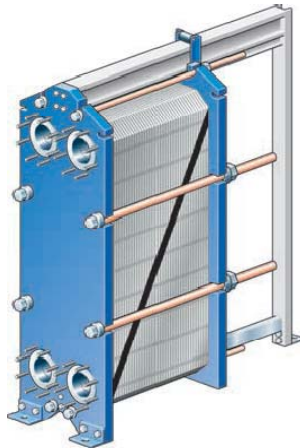
En este apartado se va a explicar los pasos a seguir para realizar la limpieza del intercambiador de calor:

1. Vaciar de agua el intercambiador de calor de placas.

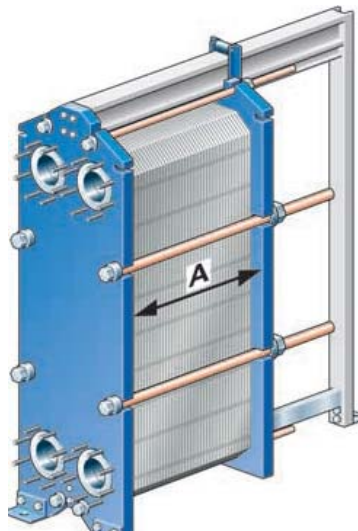


Fig. 30 Vaciado del intercambiador de placas.

2. Revisar las superficies de la barra sustentadora y limpiarlas con un trapo.
3. Marcar por la parte externa del conjunto de las placas con una línea en diagonal.



4. Medir y anotar la distancia A.



5. Suelte los pernos que no estén montados con cajas de cojinetes y retírelos.



6. Los pares de pernos que estén montados con cajas de cojinetes se abrirán alternadamente y en diagonal en dos pasos.
7. Abra el conjunto de placas deslizando la placa de presión por la barra sustentadora. Retirar las placas.



8. Eliminar las incrustaciones con agua y cepillo.



9. Retirar las juntas viejas y cambiarlas por juntas nuevas.



11. TOMAS DE MAR

Como se ha podido ver en el esquema del circuito de refrigeración, hay dos tomas de mar, uno en el fondo y otro en el fondo alto. Estos fondos tienen un sistema de protección anti-corrosiva y anti-incrustante para el circuito de agua de mar. Este sistema es llamado FOULINIG-CORR.

El propósito del sistema Fouling-corr es reducir y eliminar la formación de corrosión e incrustación biológica, en circuitos de aspiración de agua de mar. Esto se alcanza disolviendo los ánodos mediante la aplicación de una corriente continua controlada a los mismos, instalados en el sistema de refrigeración de agua de mar.



Fig. 31 Toma de mar.

Normalmente los ánodos se instalan en las cajas de mar. Como consecuencia del flujo del agua, la protección de los ánodos alcanza las superficies en su discurrir por el circuito. También pueden ser instalados en los filtros o en una zona intermedia del circuito, adecuada para que tenga lugar la reacción.

La función de cada ánodo es la que se muestra a continuación:

- Ánodo de cobre: Tiene la función de ser anti-incrustante.
- Ánodo de aluminio: Deposita aluminio para proteger estructuras de acero al carbono.
- Ánodo de hierro: Deposita iones ferrosos para proteger superficies de base de cobre.

Mantenimiento:

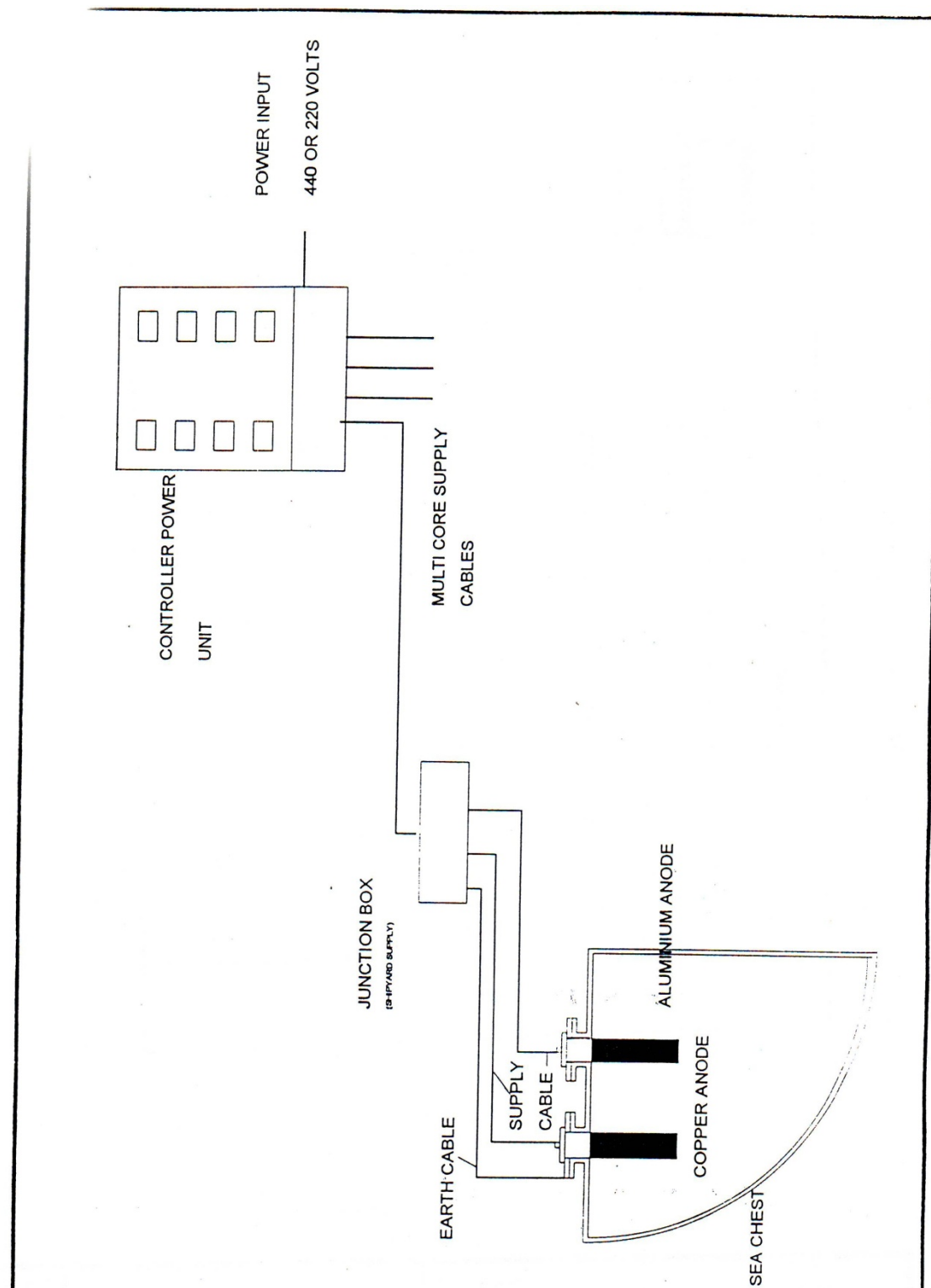
Los requerimientos de mantenimiento son mínimos. El sistema funciona con salida de corriente constante y por lo tanto no requiere ajuste ninguno.


Se recomienda anotar diariamente la salida de corriente de cada ánodo. Estas anotaciones dan información del funcionamiento del sistema, de cualquier cambio en el mismo, así como los requerimientos de reemplazo de los ánodos.



Fig. 32 Tapa de la caja de mar con los dos ánodos.

A continuación se va a mostrar el circuito del sistema, donde se muestra los diferentes elementos como los ánodos que están dentro de la caja de mar, los cables que alimentan a éstos y la unidad controladora.



 Europea de Ingenieros en Corrosión S.A.			INSTALACION: FOULING-CORR SYSTEM GENERAL ARRANGEMENT			
Modificac.	Fecha:	Descripción:	REFERENCIA:	PLANO N°	HOJA ____ DE ____	ESCALA:
				FING 100	FECHA: 14.III.94	—

12. GENERADOR DE AGUA DULCE

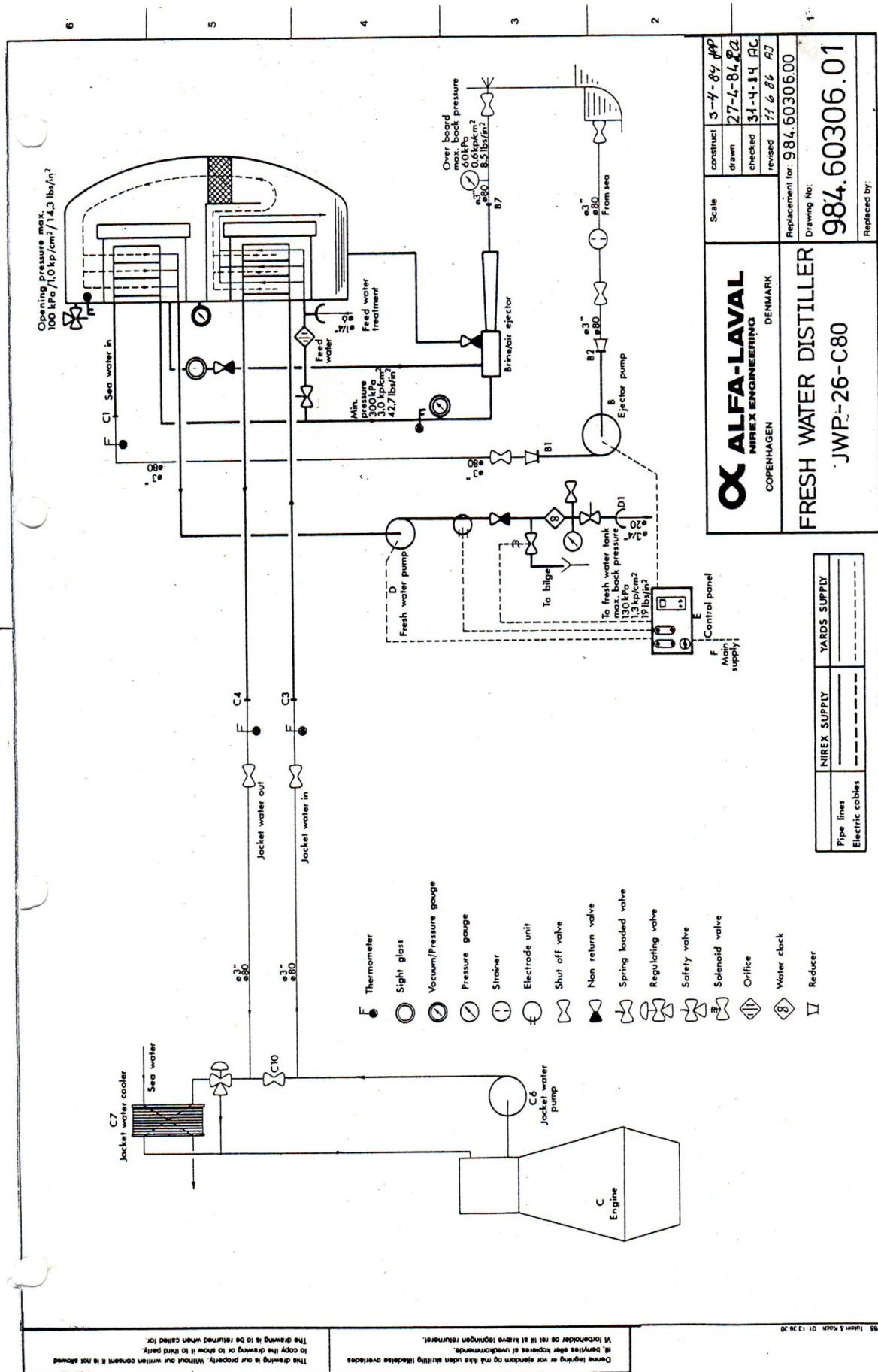
El generador de agua dulce del Lola B, es un generador de evaporación por vacío, que suele utilizar, como medio de calentamiento, el calor desprendido por el agua dulce de enfriamiento del motor principal.



Fig. 33 Generador de agua dulce.

El Generador consta de los siguientes componentes principales:

1. Tanque separador: Separa el vapor producido de la salmuera.
2. Sección evaporadora: Consiste en un intercambiador de placas Alfa-Laval, encerrado en la carcasa del separador.
3. Sección condensadora: Consiste en un intercambiador de placas Alfa-Laval encerrado en la misma carcasa.
4. Eyector combinado aire/salmuera: Extrae aire y salmuera del tanque separador.
5. Bomba combinada eyectora y de agua de enfriamiento: Esta bomba suministra agua salada al condensador y suministra agua al eyector de aire y salmuera así como de alimentación al evaporador.
6. Bomba de extracción y trasiego de agua dulce: Extrae el agua producida en el condensador y la transfiere al tanque de agua dulce.
7. Salinómetro: El salinómetro comprueba continuamente la salinidad del agua producida.
8. Panel eléctrico: El panel contiene los arrancadores de los motores eléctricos y terminales para el salinómetro.



Principio de funcionamiento del evaporador:

El vacío necesario para el proyecto de evaporación se establece y mantiene con el eyector combinado de aire y salmuera. El eyector es accionado por una bomba/eyectora de agua de enfriamiento.

El agua de alimentación penetra en la sección evaporadora a través de un orificio, y se dispersa por canales de placa alternos (canales de evaporación).

El agua de camisas se dispersa por otros canales, transfiriendo calor al agua de alimentación de los canales de evaporación.

Una vez alcanzada la temperatura de ebullición el agua de alimentación sufre una evaporación parcial. La mezcla de vapor generado y salmuera entra en el tanque de separación, donde se separa el vapor de la salmuera. La salmuera se extrae con el eyector de aire y salmuera.

Después de pasar por un separador de gotas (filtro), el vapor penetra en cada canal alterno de placas de la sección condensadora (canales de condensación). El agua salada suministrada por la bomba eyectora y de agua de enfriamiento se dispersa por los otros canales, absorbiendo el calor transferido por el vapor durante la condensación.

El agua dulce producida se extrae y transfiere al tanque por medio de la bomba de extracción y trasiego de agua dulce.

En el caso de carga de la bomba se coloca un electrodo, el cual, junto con el salinómetro, controla continuamente el contenido de sal del agua producida.

Puesta en marcha y parada:

- Evacuación:
 1. Abrir las válvulas en el lado de aspiración y descarga de la bomba eyectora de agua de enfriamiento, así como la válvula de descarga del eyector de aire/salmuera.
 2. Cerrar la válvula de vacío del separador.
 3. Arrancar la bomba eyectora de agua de enfriamiento y evacuar el generador al 90-93%.
 4. Comprobar que el nivel máximo de agua en la mirilla del separador es 10-20mm.
- Evaporación:

1. Una vez conseguido un vacío mín. Del 90% (durante un tiempo máximo de 5 minutos), se abren las válvulas de entrada y salida del agua de camisas.
 2. Regular el by-pass hasta que el agua de camisas comience a pasar a la sección evaporadora del generador.
 3. La temperatura de ebullición se eleva al mismo tiempo que el vacío desciende aproximadamente el 85%. Esto indica que ha comenzado la evaporación.
- Condensación:
 1. Después de unos 3 minutos descenderá de nuevo la temperatura de ebullición, restableciéndose el vacío normal. Esto indica que ha comenzado la condensación.
 2. Poco después puede verse circular el agua por la mirilla de la tubería de extracción de aire.
 3. Abrir la válvula al tanque de agua dulce, conectar el salinómetro y arrancar la bomba de extracción /trasiego de agua dulce.
 4. Después de arrancar la bomba de agua dulce, la mirilla de la tubería de aspiración de vacío deberá estar vacía.



Fig. 34 Desmontaje de la tapa frontal del generador de agua dulce.

13. Sistema de aire comprimido.

El motor se arranca con aire comprimido a una presión máxima de 30 bar. La presión mínima requerida es de 15 bar. La válvula de arranque principal (01) es de un diseño especial e incorpora una válvula de estrangulamiento para la secuencia de giro lento, previa al arranque.

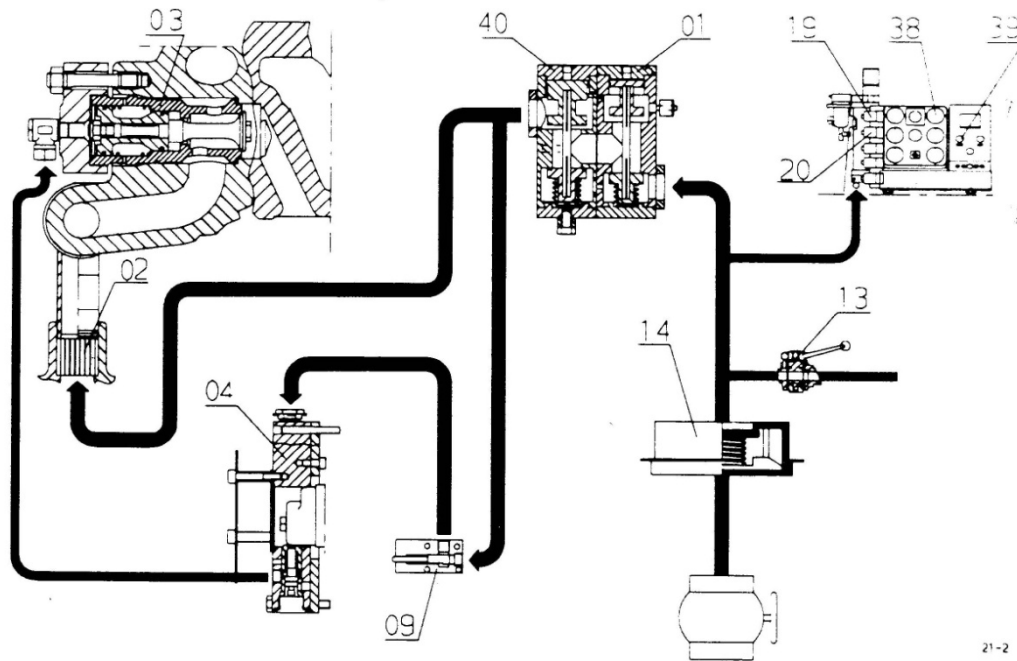


Fig. 35 Esquema del sistema de aire de arranque del motor principal.

Un manómetro (38) montado en el panel de instrumentos nos indica la presión antes de la válvula principal de arranque. La tubería de admisión de aire desde la botella de aire de arranque, viene equipada con una válvula de no retorno (14) y una válvula de descarga (13) antes de la válvula principal de arranque (01).



Fig. 36 Panel de instrumentos.

La válvula principal de arranque, que gira lentamente, se acciona neumáticamente por medio de las válvulas solenoides (19 y 20). Se activa al presionar el pulsador de arranque en el panel local de instrumentos o activando las solenoides de control remoto.

Al abrir la válvula principal de arranque el aire entra en la válvula de giro lento (40) (si no está activada) y pasa parcialmente a través del apagachispas (2) a la válvula de arranque (3) en las culatas. Parte del aire entra por la válvula (9) del virador (si no está engranado) y por el distribuidor de aire (4) para abrir las válvulas de arranque de las culatas. El distribuidor del aire de arranque controla el momento de apertura y la secuencia de las válvulas de arranque.

El giro lento se activa automáticamente para dar dos vueltas al motor si el motor ha estado parado durante más de 30 minutos. La válvula (9) del virador previene que el motor arranque con el virador engranado.

13.1. COMPRESOR DE AIRE

El sistema de aire comprimido del barco consta de dos compresores de aire Sperre refrigerado por aire del tipo HL2/120. Este es un compresor bimetálico en "V" a 90°. Los cilindros y los enfriadores del aire comprimido, se refrigeran por aire. La presión de descarga se regula mediante el ajuste de la válvula de seguridad. El aire refrigerante lo suministra un ventilador de adecuadas dimensiones.



Fig. 37 Ventilador del compresor de aire.

El compresor y el motor se suministran normalmente montados en conjunto sobre una fuerte basamenta de asiento. La conexión entre el motor y el compresor se hace mediante un acoplamiento flexible y robusto.



Fig. 38 Compresores de aire de arranque.

Los cojinetes y las paredes de los cilindros se lubrican por salpicadura. El nivel del aceite del cárter se puede ver a través de la mirilla de cristal.

El compresor va equipado con un sistema manual de desahogo para la válvula de aspiración del cilindro de baja presión.

Mantenimiento de los refrigeradores de tubo de aletas múltiples.

Para asegurar un funcionamiento libre de problemas, es de suma importancia cerciorarse de que los refrigeradores se mantienen limpios y exentos de cuerpos extraños en todo momento.

Si los refrigeradores no se mantienen debidamente limpios, se originarán altas temperaturas del aire con la consiguiente reducción de la vida útil de las válvulas y cilindros.

Los refrigeradores se pueden limpiar, exteriormente, aplicando una pulverización de un buen disolvente de grasa y, acto seguido, dejándolo limpios con un chorro de aire comprimido.

Tratándose de gran acumulación de suciedad, los refrigeradores deberán desmontar para su limpieza exterior e interiormente.



Fig. 39 Desmontaje del enfriador del compresor de aire.

Toda acumulación de carbonilla en los tubos puede eliminarse introduciéndolos en un baño de eliminador de carbonilla o de disolvente similar, durante una noche y aclarándolos luego con agua fresca caliente.

14. Bibliografía

- **MANUAL DE LA DEPURADORA DE FUEL:**

MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA EL SISTEMA DE SEPARACION MFPX CON UNIDAD DE CONTROL EPC-400

- **MANUAL DE LOS MOTORES AUXILIARES:**

MANUAL TECNICO MOTORES MARINOS 3304B Y 3306B CATERPILLAR

- **MANUAL DEL QUEMADOR DE LA CALDERA:**

INSTRUCCIONES DE MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DE LOS QUEMADORES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO TIPO MONARCH. TAMAÑOS 5 A 11.

- **MANUAL DE LA DEPURADORA DE GAS-OIL:**

MANTENIMIENTO Y REPARACION. SEPARADORAS DE ACEITE MINERAL MAB 103B-20 Y MAB 103B-24C. ALFA LAVAL

- **MANUAL DEL MOTOR PRINCIPAL:**

OPERATION AND MAINTENANCE. WÄRTSILÄ VASA 9R46

ANEXO

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.II: RECONOCIMIENTOS SEMANALES /
QUINCENALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 6/8

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL / MAQUINAS				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<u>BOTES SALVAVIDAS</u> - Arrancar los botes en su lugar. <u>GRUPO C.I. EMERGENCIA</u> - Arrancar la bomba y probar el grupo C.I. <u>COMPRESOR EMERGENCIA</u> - Arrancar y probar. <u>CALDERAS</u> - Comprobar alarmas niveles. <u>MOTOR DE EMERGENCIA</u> (SI PROCEDE) - Aceite. - Agua. - Combustible. - Arranque. - Revisión baterías. - Revisión cargador.				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	

APROBADO
 APROBADO
 DIRECCIÓN GENERAL DE LA
 MARINA MILITAR



**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.III: RECONOCIMIENTOS MENSUALES**

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 10/11

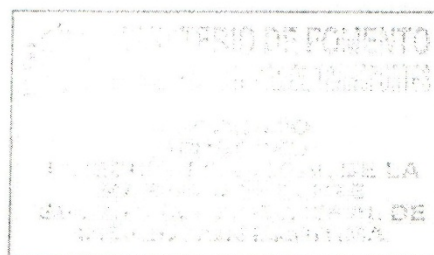
B MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL / MÁQUINAS				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJOS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<u>BOTES SALVAVIDAS</u> - Prueba refrigeración e inversión de marcha, del motor. - Prueba bomba achique manual. <u>INSTALACION FIJA CO₂</u> - Prueba de timbres de alarma. <u>SERVOMOTOR</u> - Engrase general. - Nivel tanque aceite. - Circuitos. - Control de tiempo a una y otra banda con una y dos bombas. - Limpieza Filtros. <u>VENTILADORES / EXTRACTORES CÁMARA MÁQUINAS / BODEGAS</u> - Engrase rodamientos. - Aligeramiento rampas.				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.III: RECONOCIMIENTOS MENSUALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 11/11

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL / MÁQUINAS				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<u>COMPRESORES DE AIRE</u> - Reconocimiento del cárter. <u>FRIGORÍFICAS</u> - Comprobar nivel de aceite. - Id. carga de gas. - Id. parada baja presión. - Id. estanqueidad circuito gas. <u>PURIFICADORA</u> <u>COMBUSTIBLE</u> - Reconocimiento cárter. - Ferodo. <u>MOTOR DE EMERGENCIA</u> - Caída de Planta. - Acoplamiento automático. - Prueba de carga.				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	

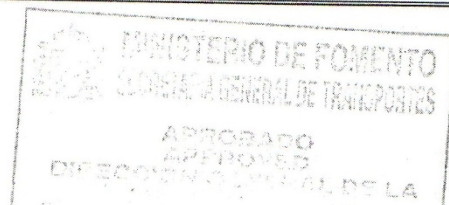




MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.IV: RECONOCIMIENTOS BIMENSUALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 6/6


B MANTENIMIENTO PREVENTIVO BIMENSUAL / MÁQUINA				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<u>SEPARADOR DE SENTINAS</u> <ul style="list-style-type: none">- Comprobar alarmas.- Renovar aceite carter.- Prueba tensión correas.- Oleómetro de 15 p.p.m. <u>MOTOBOMBA C.I.</u> <u>EMERGENCIA</u> <ul style="list-style-type: none">- Prueba de inyectores (si procede).- Comprobar tensión correas (si procede).- Engrasar y empaquetar. <u>BATERIAS DE EMERGENCIA</u> <ul style="list-style-type: none">- Prueba carga / placas.- Densidad electrolítica.- Bornes.- Cableado / conmutador. <u>DEPURADORES</u> <u>CUMBUSTIBLE</u> <u>AUTOLIMPIABLES</u> <ul style="list-style-type: none">- Desmontaje y limpieza.				
	FIRMADO JEFE DE MÁQUINAS		FIRMADO CAPITÁN	





MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.V: RECONOCIMIENTOS TRIMESTRALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 4/4

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL / MÁQUINAS				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<p><u>COMPRESORES</u> <u>PRINCIPALES DE AIRE</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Limpieza cárter y filtros aceite.- Sustitución del aceite.- Renovar válvulas aspiración e impulsión. <p><u>VENTILADORES GRUPO</u> <u>AIRE ACONDICIONADO</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Engrase de cojinetes.- Ajuste tensión correas.- Revisión y limpieza de filtro (si es necesario). <p><u>CENTRALES HIDRÁULICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Limpieza de filtros. <p><u>SENTINAS SALA MÁQUINAS</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Reconocimiento estado tuberías y válvulas.- Limpieza general de las sentinas.- Eliminación de residuos. <p><u>CHIGRES PESCANES</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Verificación motor.- Estado de los elementos.- Prueba de embrague.				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		<div> MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTES CAPITÁN</div>	

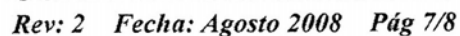
APROBADO
APPROVED
DIRECCION GENERAL DE LA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.VI: RECONOCIMIENTOS SEMESTRALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 . Pág 6/8

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL / MÁQUINA				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJOS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<p><u>MOTOR PRINCIPAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza y ajuste de válvulas de escape, seguridad, arranque. <p><u>MOTORES AUXILIARES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de cárter y filtros de aceite. - Cambio de aceite. - Reconocimiento de cojinetes de bancada. - Reapretar pernos de bancada. - Probar elementos de seguridad. <p><u>ALTERNADORES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza con spray del inducido, inductor y excitatriz. - Secado con infrarrojos. - Comprobación de anillos rozantes y escobillas. - Engrase de rodamientos. - Verificación de aislamiento. - Comprobación conexiones eléctricas. <p><u>GRUPO C.I. EMERGENCIA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento del cárter. 				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	



SISTEMA DE FOMENTO
SECRETARIA DE ECONOMIA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAP.VI: RECONOCIMIENTOS SEMESTRALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 8/8

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL / MÁQUINA				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<u>MOTORES ELÉCTRICOS</u> - Comprobación de aislamiento. - Secado de motor eléctrico, caso de encontrarse bajo su aislamiento.				
<u>GENERADOR DE AGUA</u> - Limpieza del condensador. - Pintar tapas y zines. - Renovar zines.				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	


APROBADO
2008 08 08



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CAP.VII: RECONOCIMIENTOS ANUALES

Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 4/6

B MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL / MÁQUINA				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJOS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<p><u>CUADRO ELÉCTRICO.</u> <u>CAJAS Y CONEXIONES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza general. - Reapriete de conexiones. - Id. funcionamiento elementos. - Aislamientos. - Seguridades. <p><u>TRANSFORMADORES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza general. - Verificación de conexiones. <p><u>ESTRUCTURA SALA DE MÁQUINAS</u></p> <p><i>Preparación y pintado donde sea necesario.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de mamparos. - Id. de locales, servo, calderas, purificadoras, etc. - Id. cárteres, exteriores de: M.P., MM.AA., bombas y resto de elementos. - Id. tuberías y válvulas. - Id. Pisos de teclees y escalas. <p><u>MOTOR DE EMERGENCIA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de inyectores. - Limpieza de filtros. - Cambio de aceite. 				
		FIRMADO	FIRMADO	
		JEFE DE MÁQUINAS	CAPITÁN	